

T/397

Ensayos sobre Evaluación de la Investigación: Efectos de los Programas Predoctorales y Postdoctorales

TESIS DOCTORAL

Antonio García Romero

Directores:

Prof. Dr. Juan J. Dolado

Prof. Dra. Aurelia M. Modrego

UNIVERSIDAD AUTONOMA MADRID
REGISTRO GENERAL

Entrada 01 Nº. 200200004689
14/05/02 16:57:12



Rº FEE. 80988
M

a547480

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

Departamento de Economía Aplicada

Instituto L.R. Klein

Madrid, mayo de 2002

A mis padres

The bias toward precocity in our institutions thus works profound (and ordinary hidden) damage on (potential) late bloomers with few economic or social advantages.

Alan Gregg. *For Future Doctors*. 1957.

Las leyes de la Ciencia son como una amante esquiva

Bender, *En algún lugar del profundo Océano*. 3001 D.C.

Índice General

1	Introducción	14
1.1	El proceso de producción científica	16
1.1.1	Estudios sobre la productividad científica	19
1.2	La Evaluación de la Investigación	20
1.2.1	Cómo evaluar la investigación	22
1.3	Estudios sobre Productividad Científica	24
1.3.1	El Efecto de la formación pre y postdoctoral sobre la productividad científica (Cap II)	25
1.3.2	Relación entre la calidad investigadora y la productividad de un departamento (Cap III)	26
1.3.3	Determinantes de la productividad y carrera profesional de los investigadores (Caps. IV y V)	28
1.3.4	Los rankings de departamentos como herramienta de evaluación. El caso de la investigación en Economía (Anexo Cap. III)	30
2	El Efecto de la Formación Postdoctoral sobre la Productividad Científica	33
2.1	Introducción ¹	33
2.2	Revisión de literatura relevante	36

¹El análisis planteado en este Capítulo, se vuelve a abordar en los Capítulos IV y V si bien en estos dos últimos se emplea una base de datos sensiblemente mejorada respecto de la utilizada para este Capítulo. Ello permite explorar con mayor detalle y profundidad cuáles son los determinantes de la productividad científica de los investigadores. Asimismo, la comparación de los modelos propuestos en los Capítulos IV y V por un lado, respecto de los planteados en el presente capítulo, por otro, permite apreciar el efecto que tiene la mejora de la base de datos sobre la calidad de los modelos estimados.

2.2.1	Estudios cualitativos y descriptivos	37
2.2.2	Estudios que analizan los determinantes de la productividad científica. . .	38
2.3	Teorías económicas sobre la productividad científica	42
2.3.1	Teoría del Capital Humano	42
2.3.2	Teoría del Señalamiento	44
2.4	Metodología y datos	45
2.4.1	Metodología	45
2.4.2	Datos	46
2.5	Resultados	51
2.5.1	Descripción de las variables	51
2.5.2	Modelo de medida	52
2.5.3	Modelos estructurales	53
2.6	Conclusiones	56
2.7	Anexo	58
2.7.1	Población y muestra	58
2.7.2	Deficiencias de los datos	59
2.7.3	Ecuaciones de los modelos	61
2.7.4	Estadísticos de ajuste	62
2.7.5	Estimadores de los modelos de Señalamiento.	63
3	Estimación de la Valoración del Prestigio Investigador mediante Indicadores	
	Bibliométricos	65
3.1	Introducción	65
3.2	Evaluación del prestigio investigador de un departamento	67
3.2.1	Evaluación cualitativa: El Research Assessment Excercise (RAE)	68
3.2.2	Relación entre las evaluaciones cuantitativa y cuanlitativa	70
3.2.3	Prestigio y productividad. El efecto Mateo.	72
3.3	Datos y Metodología	74
3.3.1	Datos	74
3.3.2	Metodología	75
3.4	Resultados	77

3.4.1	Modelos para Economía	77
3.4.2	Modelos para otras disciplinas	78
3.4.3	Modelos parciales	79
3.5	Conclusiones	87
3.6	ANEXO. La Investigación Española en Economía durante la Década de los 90 . .	90
3.6.1	Introducción	90
3.6.2	Datos y Metodología	93
3.6.3	Resultados	102
3.6.4	Conclusiones	113
4	Análisis de la Productividad Científica y la Carrera Investigadora	118
4.1	Introducción	118
4.2	Determinantes de la productividad científica y la carrera profesional.	120
4.2.1	Características individuales	122
4.2.2	Formación recibida	123
4.2.3	Trayectoria profesional	125
4.2.4	Otros factores	126
4.3	Metodología	127
4.3.1	Muestra	127
4.3.2	Variables	128
4.3.3	Análisis	135
4.4	Resultados	137
4.4.1	Determinantes de la realización de la estancia postdoctoral	137
4.4.2	Determinantes de la obtención de becas para la realización de la estancia	138
4.4.3	Determinantes de la calidad del primer trabajo (CPT)	139
4.4.4	Determinantes de la calidad del departamento de trabajo a los diez años (CT10)	141
4.4.5	Determinantes de las ganancias	144
4.4.6	Determinantes de la productividad en los primeros ocho años de carrera .	146
4.4.7	Determinantes del impacto posterior al doctorado (FID)	150
4.5	Conclusiones	153

5	Análisis de la Productividad Científica y la Carrera Investigadora. Un enfoque estructural.	155
5.1	Introducción	155
5.2	Principales teorías sobre la productividad científica	157
5.2.1	Teorías económicas	157
5.2.2	Teorías Sociológicas	159
5.2.3	Modelos Psicológicos	161
5.3	Metodología y datos	163
5.3.1	Datos	163
5.3.2	Estimación de Modelos	165
5.4	Resultados	166
5.4.1	Análisis sin incluir la estancia postdoctoral	166
5.4.2	Análisis incluyendo la estancia postdoctoral	171
5.5	Conclusiones	175
	Bibliografía	178

Índice de Tablas

2.1	Población y muestra para el escenario 1	46
2.2	Descripción variables de los modelos estimados en el escenario 1	52
2.3	Matriz de correlaciones entre variables	52
2.4	Ajuste de modelos de Capital Humano y Señalamiento para productividad ISI . .	53
2.5	Ajuste de modelos de Capital Humano y Señalamiento para productividad no ISI	54
2.6	Modelo de Capital Humano para productividad ISI	55
2.7	Simulación del efecto de dos políticas alternativas sobre la productividad ISI . . .	56
2.8	Modelo Capital Humano para productividad no ISI	56
2.9	Modelo de Señalamiento para productividad ISI	63
2.10	Modelo Señalamiento para productividad no ISI	64
3.1	Valores medios del número de publicaciones y puntuación RAE por disciplinas .	75
3.2	Modelos de Potencia tipo 1 en Economía para los cuatro indicadores de produc- tividad	78
3.3	Modelos agregados (lineal, cuadrático, potencia 1 y 2) para las 12 disciplinas científicas	79
3.4	Modelo lineal para cada disciplina científica	82
3.5	Modelo cuadrático para cada disciplina científica	83
3.6	Modelo de Potencia 1 para cada disciplina científica	85
3.7	Modelo de Potencia 2 para cada disciplina científica	86
3.8	Ranking instituciones: indicadores UC3 y BAU con ponderación 1/N	103
3.9	Ranking instituciones: indicadores TC3 y KMS con ponderación 1/N	104
3.10	Ranking de instituciones según el valor medio por artículo con el criterio UC3 . .	105

3.11 Ranking de instituciones según UC3 incorporando la dimensión temporal	106
3.12 Ranking individual para los criterios UC3 y BAU con Ponderación 1/N	108
3.13 Continuación Tabla 3.12	109
3.14 Ranking individual para los criterios TC3 y KMS con Ponderación 1/N	110
3.15 Continuación Tabla 3.14	111
3.16 Ranking individual para los criterios UC3 y BAU con Ponderación P(N)	112
3.17 Continuación Tabla 3.16	113
3.18 Ranking individual para los criterios TC3 y KMS con Ponderación P(N)	114
3.19 Continuación Tabla 3.18	115
3.20 Correlación entre los rankings según los 8 criterios para las primeras 50 institu- ciones (coef. corr Spearman)	115
3.21 Autores más citados en los 90 considerando sólo artículos publicados en los 90 . .	115
3.22 Autores más citados en los 90 considerando todos los artículos publicados por éstos	116
3.23 Artículos publicados en los 90 más citados en los 90	116
4.1 Distribución por especialidades de los individuos de la segunda muestra	127
4.2 Descriptiva de variables productividad e impacto	132
4.3 Descriptiva de variables de formación	133
4.4 Descriptiva características individuales (Habilidad)	135
4.5 Descriptiva características individuales (Sexo)	135
4.6 Determinantes de realización de estancia postdoctoral	138
4.7 Determinantes de la obtención de becas postdoctorales	139
4.8 Factores asociados significativamente con CPT	140
4.9 Determinantes Calidad departamento de. Primer Trabajo (sin POST)	141
4.10 Determinantes Calidad departamento de. Primer Trabajo (con POST)	141
4.11 Factores asociados significativamente con CT10	142
4.12 Determinantes de la Calidad del Departamento a los 10 años de carrera (sin POST)	143
4.13 Determinantes de la Calidad del Departamento a los 10 años de carrera (con POST)	144
4.14 Determinantes de las Ganancias	145

4.15 Factores asociados significativamente con la Productividad en los primeros 8 años de carrera	146
4.16 Combinaciones de Habilidad y CDOC y su relación con la productividad	148
4.17 Combinaciones de CPT y CT10 y su relación con la productividad	148
4.18 Determinantes de la Productividad posterior al doctorado (sin POST)	149
4.19 Determinantes de la Productividad posterior al doctorado (con POST)	150
4.20 Factores asociados significativamente con FID	151
4.21 Determinantes del Impacto en los primeros 8 años de carrera (sin POST)	151
4.22 Determinantes del Impacto en los primeros 8 años de carrera (con POST)	153
5.1 Descriptiva variables empleadas en los modelos estructurales	164
5.2 Matriz de correlaciones de las variables	164
5.3 Ajuste de los modelos de productividad sin considerar la formación postdoctoral (CPOST)	167
5.4 Coeficientes de los modelos Señalamiento, Ventaja Acumulativa y Mérito (sin CPOST)	167
5.5 Coeficientes de los modelos Capital Humano y Conocimiento del Trabajo (sin CPOST)	169
5.6 Coeficientes del modelo de Helmreich (sin CPOST)	170
5.7 Ajuste de los modelos de productividad considerando la formación postdoctoral (CPOST)	172
5.8 Coeficientes de los modelos Señalamiento, Ventaja Acumulativa y Mérito (con CPOST)	172
5.9 Coeficientes de los modelos de Capital Humano y Conocimiento del Trabajo (con CPOST)	173
5.10 Coeficientes del modelo empírico de Helmreich (con CPOST)	174

Índice de Figuras

1-1	Criterios de clasificación para los distintos tipos de Evaluación	24
2-1	Modelo de Capital Humano para la identificación del efecto de la Formación Postdoctoral	43
2-2	Modelo de Señalamiento para la Identificación de los Efectos de la Formación Postdoctoral	45
2-3	Modelo de CFA para la variable latente habilidad de los investigadores al concluir su doctorado (HAB)	51
3-1	Modelos lineal, cuadrático, potencia 1 y 2 para 12 disciplinas científicas conjun- tamente.	80
5-1	Modelo de mejor ajuste sin incluir la formación postdoctoral	168
5-2	Modelo de mejor ajuste incluyendo la formación postdoctoral (CPOST)	175

Presentación

Esta Tesis ha sido realizada bajo la dirección de los Profesores Dr. Juan José Dolado y Dra. Aurelia Modrego. Para ambos, mi más sincero agradecimiento por el apoyo y estímulo recibidos, por la orientación en el aprendizaje necesario para llevarlo a cabo y, sobre todo, por el derroche continuado de horas y paciencia que les ha supuesto dirigirlo.

También deseo agradecer al Prof. Juan Manuel García-Ruiz del CSIC, por enseñarme, hace ya algunos años, a saber disfrutar investigando; y al Prof. Carmelo Núñez de la Univesidad Carlos III de Madrid, por compartir conmigo su amistad y sabios consejos.

Ha sido un privilegio poder contar con el interés de investigadores cuyas opiniones y sugerencias sobre los diferentes capítulos que integran este trabajo, han contribuido a enriquecerlo notablemente: A. Alba, F. Aparicio, R. Carrasco, P.A. David, J.M. Duart, L. Earl, A. Escribano, A. Fosfuri, A. Gambardella, C.E. García, P. Geroski, L. Gómez-Mejía, J. Gonzalo, B. Hall, J. Jaumandreu, J.S. Katz, T. Lukkonen, B.A. Lundvall, J. Mairesse, F. Mármol, A. Romero-Medina, X. Sala, E. Sanz, E. Steinmuller. Por supuesto, soy el único responsable de todos y cada uno de los errores que pueda haber en las páginas que siguen a continuación.

Asimismo, he de manifestar mi gratitud a los Profesores Antonio Pulido, Emilio Fontela y Milagros Dones del Instituto L.R. Klein (UAM). Su apoyo continuo y entusiasta desde mi incorporación al Doctorado de Modelización Económica Aplicada, ha sido fundamental para poder llevar a buen fin esta Tesis.

También debo mucho a quienes han colaborado estrechamente conmigo en distintas fases del proyecto: Gema Zamarro y Carlos Suárez en el Capítulo III y Carmen Flórez en el trabajo de campo realizado en 1994.

No puedo olvidar a los amigos que me han animado a seguir adelante en los peores momentos. Mil gracias por ello a Ana Tardón, Pilar Ventas, Patricia Revuelta, Rebeca Albacete, Eva Senra, Myrna Pacheco, Josep Tribó, Edgar Iquira, Agustín Muñoz, José Vega, José Trigo y tantos otros.

Por último, quisiera recordar de modo especial a mis estudiantes a lo largo de estos años, por ser una constante fuente de ilusión para mí.

Capítulo 1

Introducción

La investigación científica y el desarrollo tecnológico desempeñan un papel fundamental en el progreso socioeconómico de las naciones al incidir sobre aspectos tales como la competitividad de las empresas, la mejora de la calidad de vida, la lucha contra las enfermedades o la conservación del medioambiente. Ello es así porque el conocimiento obtenido a partir de la investigación y el desarrollo constituye una excelente infraestructura para la innovación en productos, procesos o servicios y, por tanto, para la competitividad de las empresas. Además, los recientes avances en Economía de la Ciencia, apuntan hacia que este papel de la I+D será cada vez más relevante (Etzkowitz, 2000). Por este tipo de razones, las Políticas de Investigación deben recibir especial atención por parte de los Gobiernos.

Tradicionalmente, el papel del sector público en la I+D se ha centrado en fomentar la investigación básica que se lleva a cabo en las universidades y centros de investigación debido al carácter de bien público que tienen sus resultados. Ello provoca fallos de mercado y la consiguiente infrainversión del sector privado lo que justifica la necesidad de **Políticas de Investigación**. Sin embargo, un hecho significativo es, que a pesar de existir políticas similares en los países desarrollados, los resultados obtenidos son bien distintos como se puede apreciar si se comparan los grandes bloques como son Estados Unidos frente a Europa. Así, mientras que Estados Unidos acapara alrededor del 40% de la producción científica mundial al tiempo que un elevado nivel desarrollo tecnológico, Europa presenta un desequilibrio importante a favor de

la Ciencia y en detrimento del Desarrollo Tecnológico¹.

Esta es una de las razones que justifican la necesidad de replantear las Políticas de Investigación que los países europeos han puesto en marcha a lo largo de las tres últimas décadas. El objetivo a perseguir es la investigación que produce resultados de mayor calidad científica y/o que tengan un mayor impacto socioeconómico. Para ello será preciso llevar a la práctica un "nuevo modo" de hacer política de investigación que permita superar las deficiencias endémicas que la investigación tiene en Europa. Para alcanzar este objetivo, una de las tareas fundamentales que deberá ser incorporada a la Política de Investigación es la Evaluación de la I+D, entendida ésta como todo análisis que ofrezca información relevante para la toma de decisiones en el marco de las Políticas de Investigación² (Kostoff, 2001). Además, las condiciones para llevar a cabo evaluaciones de la I+D son cada vez mejores si se tiene en cuenta que, en los últimos años, se ha producido un enorme desarrollo tanto de las tecnologías de la información como de las bases de datos.

En cuanto al modo de llevar a la práctica la Evaluación de la I+D, resulta esencial abordarlas de forma parcial (David, 2000), de modo que sea posible desarrollar una metodología *ad hoc* que combine las distintas técnicas y herramientas adaptándolas a las peculiaridades del aspecto que se desea analizar. Ello supone que es necesario estudiar por separado aspectos tales como la productividad científica, la transferencia de tecnología, el impacto socioeconómico de la I+D o el efecto de la subvención pública en la capacidad innovadora de las empresas, por citar sólo algunos ejemplos.

Esta tesis tiene por objetivo fundamental contribuir al **análisis de la productividad científica**, aportando metodologías y técnicas de evaluación específicas que permitan obtener información relevante para la toma de decisiones. Se han considerado cuatro escenarios diferentes, en los que se incluyen objetivos que van desde el efecto de la formación recibida por un investigador sobre su productividad en los primeros años de carrera, al desarrollo de indicadores para la asignación de fondos, pasando por la evaluación de la capacidad investigadora de departamentos universitarios, institutos u hospitales. Para cada uno de los cuatro escenarios, se

¹En el caso de España, la situación puede considerarse todavía más desequilibrada en detrimento de la tecnología.

²Este mismo planteamiento puede y debe abordarse en la gestión de la I+D en la empresa privada. En cierto sentido se trata de hacer "Política Basada en la Evidencia" (*Evidence Based Policy*) que reduzca el riesgo de la inversión realizada en investigación.

desarrollan indicadores y metodologías *ad hoc*, en consonancia con la concepción más moderna de la Evaluación de la Investigación.

El resto de esta Introducción está organizado de la forma siguiente. En la Sección 2 se describen las principales características del proceso de producción científica, así como las propiedades del conocimiento considerado como un bien económico. La Sección 3, está dedicada a la Evaluación de la Investigación, incluyendo una revisión histórica así como sus elementos fundamentales y técnicas que se emplean. Finalmente, la Sección 4 recoge una descripción de los cuatro escenarios que se estudian en esta Tesis, así como el modo en que se han abordado sus respectivos análisis y sus principales resultados.

1.1 El proceso de producción científica

A la hora de estudiar la producción científica resulta conveniente tener en cuenta las siguientes consideraciones: (i) el carácter público de la investigación básica; (ii) el sistema social de la Ciencia como marco de referencia; (iii) el papel de la incertidumbre en la producción científica; y (iv) las características del conocimiento como producto de la investigación y que se desarrollan a continuación.

- (i) Si bien es cierto que la investigación puede dar lugar a resultados explotables y con valor económico³ (Nelson, 1959), existe otro tipo de investigación más básica, cuyos resultados no tienen valor económico, en el sentido de Nelson, al menos en un horizonte razonable. En este trabajo se considera exclusivamente el segundo tipo de investigación. Debido a su carácter de bien público, los resultados producidos en la investigación básica han de ser difundidos y compartidos con la comunidad científica. Ello supone que el sector privado no tendrá incentivos a invertir en este tipo de investigación, no alcanzándose el nivel de inversión socialmente óptimo. En consecuencia, para corregir el fallo de mercado, será precisa la intervención pública, lo que justifica la existencia de Políticas de Investigación.
- (ii) El análisis de la producción científica debe hacerse teniendo en cuenta que la Ciencia es un sistema social, cuyas normas condicionan el comportamiento de los investigadores (Mer-

³Según Richard Nelson, el conocimiento científico posee valor económico cuando puede ser usado para predecir los resultados de la aplicación de distintas soluciones alternativas a un problema práctico (Nelson, 1959).

ton, 1968), así como los mecanismos de incentivos necesarios para que éstos desarrollen su actividad. Las políticas de investigación, cuya finalidad es que se produzcan resultados de calidad, han de tener en cuenta estas normas sociales. Así, por ejemplo, los investigadores hacen públicos sus resultados ya que este es el único modo de "apropiarse" de ellos. Con este comportamiento buscan el reconocimiento por parte de la comunidad científica. Sin embargo, para que este comportamiento se mantenga a lo largo del tiempo, y con ello se garantice el avance de la Ciencia, es preciso que se cumpla otra de las reglas de Merton: el universalismo. Esta regla implica que todas las recompensas que se otorgan en la Ciencia (promociones profesionales, ayudas, becas, proyectos, etc.), han de concederse exclusivamente en base al reconocimiento (mérito) de los candidatos. Cualquier otro sistema de asignación de recursos puede desincentivar a los investigadores a seguir con su actividad y por tanto, podrían tener repercusiones negativas en el avance de la Ciencia a largo plazo.

(iii) Tercero, la producción científica es un proceso con incertidumbre. De manera formal, puede decirse que "la situación de incertidumbre viene dada porque, sobre un espectro de posibles resultados, se desconoce a priori la probabilidad que se tiene de alcanzar cualquiera de ellos" (Nelson, 1959). Una consecuencia inmediata de esta característica es que da lugar a situaciones de asimetría de información entre quienes realizan la investigación y quienes la financian (sector público), pudiendo producirse problemas de Riesgo Moral, Agencia y Selección Adversa.

- El **riesgo moral**, puede aparecer cuando el investigador tiene un puesto laboral fijo en el que se acaban agotando las posibilidades de promoción profesional y mejora salarial. En estas condiciones, el investigador puede adoptar este comportamiento perverso por el cual realiza un esfuerzo menor amparándose en la dificultad de medir su productividad. Dicha situación puede verse agravada por la desigual distribución de la productividad entre investigadores, si no existe un sistema de retribución variable, basado en la productividad, aunque sea de modo parcial.
- Los problemas de **agencia** pueden aparecer en diversos contextos. Una primera situación de agencia corresponde a la concesión de ayudas para investigación. En este caso, los investigadores, conocedores de la incertidumbre que existe para alcanzar

los resultados inicialmente previstos, pueden adoptar diversos comportamientos perversos como la petición de fondos para investigaciones que ya han sido realizadas. También es una agencia la situación que se da con el sistema de *peer review* por el que el principal (financiador) confía en la opinión de expertos para tomar una decisión cuando éstos pueden adoptar un comportamiento perverso inducido por el conflicto de intereses en el que se ven inmersos. La solución, en ambos casos, pasa por desarrollar mecanismos de control adecuados.

- Por último, la **selección adversa** está relacionada con la asimetría de información respecto de la capacidad de un investigador para llevar a cabo con éxito una investigación. También está presente en la contratación laboral, especialmente cuando se trata de jóvenes investigadores, dado que suelen presentar perfiles bastante similares entre ellos debido a la reducida experiencia profesional.

Como puede apreciarse, las situaciones de asimetría de información son frecuentes en Política de Investigación. Además, hay que añadir a las anteriores, situaciones asociadas a la falta de información acerca del impacto socioeconómico que tienen los resultados de investigación (tasas de mortalidad, empleo, relaciones entre instituciones, medio ambiente, etc.).

En este contexto, también se debe tener en cuenta que los objetivos de la Política de Investigación no han de coincidir con los de los investigadores. De este modo si, los investigadores están interesados en obtener prestigio individual, remuneración acorde con dicho prestigio y apoyo para la investigación, el planificador está interesado en que se obtengan la mayor cantidad y calidad de resultados posibles (van der Meulen, 1998). La clave del éxito de una Política de Investigación está en concebir los mecanismos de incentivos que hacen que los investigadores trabajen en la dirección que interesa a la sociedad.

- (iv) Cuarto, el conocimiento resultante de la producción científica puede presentarse en dos formatos: conocimiento codificado, como es el caso de *papers* y otros documentos; y conocimiento tácito, que es aquél que queda incorporado a las personas como consecuencia del aprendizaje (Polanyi, 1958)⁴. Un análisis de la productividad ha de considerar ambas componentes, si bien la segunda resulta mucho más complicada de investigar dadas las

⁴También existe otro tipo de conocimiento tácito que es el embebido o incorporado en la tecnología.

dificultades que supone su medición. Esta es la razón por la que existen relativamente pocos trabajos que consideren la formación de investigadores como un resultado de la investigación⁵.

En este trabajo se desarrollan y aplican herramientas para la toma de decisiones en Política de Investigación siendo el ámbito del estudio la investigación básica, considerada en el contexto de la estructura social de la Ciencia. Además se incorpora la formación que reciben los investigadores (componente tácita de conocimiento) no sólo como un resultado adicional de la actividad investigadora, sino como factor determinante de la productividad científica. Con ello se pretende aportar elementos que permitan corregir los problemas de asimetría de información que han sido descritos anteriormente.

1.1.1 Estudios sobre la productividad científica

La productividad científica ha sido estudiada desde puntos de vista diversos y con las más variadas metodologías. Una de las contribuciones básicas para el estudio de la productividad científica es el esquema input-output propuesto por Martin e Irvine (1983). Según este planteamiento, la producción científica es un proceso mediante el cual una serie de recursos se transforman en resultados. Dichos recursos (inputs) de la producción científica son: (i) el stock de conocimiento y técnicas existentes; (ii) recursos institucionales, tales como el personal investigador o la instrumentación; (iii) recursos financieros; (iv) personal no formado, como los estudiantes predoctorales; (v) problemas (naturales, económicos, etc.). En cuanto a los resultados, estos se clasifican en (i) contribuciones científicas en la misma disciplina (nuevo conocimiento y técnicas); (ii) contribuciones científicas a otras áreas de la Ciencia; (iii) contribución educativa en forma de nuevos investigadores; (iv) contribuciones económicas entre las que están personal cualificado para la industria, *spin-off* tecnológicos, beneficios comerciales a proveedores, etc.; y (v) contribuciones culturales. Finalmente la producción científica tendría lugar gracias a cinco tipos de actividades que son: (i) trabajo conceptual, experimental y técnico de los investigadores; (ii) diseminación de los resultados de investigación; (iii) trabajo de apoyo del personal técnico; (iv) trabajo de gestión; y (v) trabajo educativo, especialmente el

⁵ Aquí es preciso considerar que, en un sentido amplio, la formación de investigadores puede considerarse como un resultado más de la investigación, pero también como un determinante de la productividad posterior.

consistente en la formación de jóvenes investigadores. Este esquema facilita la formalización y el análisis de los diferentes modelos que tratan de explicar la producción científica.

No obstante, la comprensión detallada de la productividad científica exige analizar el efecto que tienen sobre ella numerosos factores. De este modo, variables como la calidad y prestigio de la formación recibida o del director/es de tesis son esenciales bajo el punto de vista de teorías económicas como la del Capital Humano o Sociológicas como la de la Ventaja Acumulativa. Sin embargo, otros enfoques, proponen que la productividad viene determinada por aspectos como edad de los investigadores (Levin, 1991), la financiación recibida (Arora, 1996 y 1998), la organización interna de los departamentos (Long, 1981 y Perry, 2000), el sexo del investigador o su motivación (Helmreich, 1980)

Además de los estudios que tratan de explicar la productividad, como los citados anteriormente, existen otros estudios en los que interesa otra visión de la productividad científica. Tal es el caso de los que abordan la relación existente entre la valoración de los expertos (*peer review*) y la productividad tanto a nivel institucional (Nederhof, 1993) como individual (Lewinson, 1999). De este modo, si bien es comúnmente aceptado por la comunidad científica que el mejor modo de evaluar la investigación es a partir de la opinión de los propios investigadores, existen razones de peso por las que está justificado el uso de indicadores en la evaluación de la I+D. Es por ello, por lo que algunos trabajos se centran en dilucidar el grado de relación existente entre ambos tipos de evaluación.

1.2 La Evaluación de la Investigación

Puede decirse que la evaluación forma parte de la propia investigación puesto que para validar un resultado, cada científico cuenta con las opiniones, sugerencias o recomendaciones de sus propios colegas. Esta práctica informal es, en buena parte, responsable del avance de la Ciencia, puesto que garantiza la calidad de los resultados. La formalización de esta práctica tuvo lugar en 1664 cuando la *Royal Society* de Londres impuso la norma de que para publicar trabajos en la revista *Philosophical Transactions*, éstos deberían ser revisados antes por alguno de los miembros de la Sociedad (Porter, 1964). A partir de aquél momento, la práctica del *peer review* se fue extendiendo a la mayoría de revistas siendo hoy una característica esencial de su calidad.

Con la intervención del sector público en la investigación, que comienza a finales de década de los cuarenta del siglo pasado en Estados Unidos, se generalizó el uso del *peer review* (revisión por pares) como método de evaluación de la investigación. A partir de este momento, se pueden diferenciar dos etapas (King, 1987): la primera de ellas, que abarca las décadas de los 50 y 60, se caracteriza fundamentalmente por la existencia de recursos suficientes para la investigación. Por su parte, la segunda etapa, que comenzaría en los años 70, se caracteriza por tres hechos importantes: (i) las restricciones presupuestarias de los fondos públicos destinados a financiar la investigación; (ii) el aumento del número de investigadores; y (iii) el incremento del coste de los equipamientos científicos.

- Las restricciones presupuestarias aparecieron por primera vez, como consecuencia de la Crisis del Petróleo de los años 70 provocando que los fondos destinados a la investigación tuviesen que competir con otras partidas presupuestarias más prioritarias en el corto plazo. Desde entonces y hasta nuestros días, los recursos destinados a la investigación nunca crecieron como lo habían hecho en la etapa anterior.
- Al mismo tiempo, tenía lugar otro hecho relevante como fue el crecimiento exponencial de la comunidad científica. Prueba de este crecimiento es que en la actualidad, están en activo casi el 80% de los investigadores que han habido durante toda la Historia⁶.
- Por último, como consecuencia de la creciente complejidad de la investigación, los costes del equipamiento científico se incrementan de modo espectacular.

La coincidencia de los tres factores anteriores, llevaría a una situación en la que los recursos eran cada vez más escasos, lo cual afecta tanto a las Políticas de Investigación como al papel de la evaluación en dichas políticas. De este modo, por un lado, aumenta la necesidad de justificar el gasto, tratando de conocer el impacto socioeconómico de la inversión en I+D. Por otro lado, es preciso desarrollar métodos más precisos que sirvan para seleccionar adecuadamente a los mejores candidatos para llevar a cabo una investigación.

En cuanto a la influencia de la escasez de recursos sobre el modo de evaluar la investigación, debe tenerse en cuenta que el *peer review*, único sistema empleado hasta entonces entra en una

⁶La evidencia de que la población de investigadores crece de modo exponencial la obtuvo Derek de Solla Price, y se conoce como Ley de Price.

situación nueva caracterizada por la implicación de los expertos en un conflicto de intereses. Ello exigió el desarrollo y uso de métodos de evaluación alternativos que complementasen la opinión de expertos (Kruytosh, 1989). Sin embargo, hay otros factores que hacen que el *peer review* no baste para evaluar la investigación convenientemente. Entre estos destacan el auge de la investigación multidisciplinar y la investigación orientada al mercado, así como el interés de la Sociedad por conocer el impacto real de la investigación realizada con fondos públicos. El modo de responder a esta nueva necesidad de evaluación fue incorporando otras herramientas como los indicadores de Ciencia y Tecnología, o las encuestas. Como consecuencia de este interés por cuantificar la I+D, comenzaron a utilizarse estudios econométricos de forma generalizada (Capron, 1992).

A la vista de lo anterior, se puede considerar que existen dos planteamientos de la Evaluación de la Investigación como son el cualitativo (*peer review*) y el cuantitativo (indicadores, modelos econométricos, etc.). Si bien ambos son aceptados tanto por la comunidad científica como por los políticos, la evaluación cuantitativa recibe más críticas por parte de los investigadores. En la actualidad, se recomienda el uso conjunto de ambos enfoques, ya que de este modo pueden complementarse y aprovechar sus ventajas al mismo tiempo que minimizar sus deficiencias (Geisler, 2001).

En definitiva, debido al crecimiento y evolución de la Ciencia, la evaluación de la investigación ha ido incorporando nuevos métodos y técnicas de modo que se puede definir la Evaluación de la Investigación como todo estudio orientado a proporcionar información que facilite la toma de decisiones en la Política de Investigación sea cual sea la naturaleza de las mismas⁷.

1.2.1 Cómo evaluar la investigación

La primera apreciación que debe tenerse en cuenta es que la investigación, el desarrollo o la innovación no deben evaluarse empleando un procedimiento rígido, sino que ha de plantearse una metodología *ad hoc*. Dicha metodología requiere el conocimiento de todos los instrumentos y herramientas que están disponibles, desde el *peer review* a encuestas e indicadores, pasando por el análisis de casos o el análisis coste beneficio. En este sentido, será necesario conocer

⁷En Política de Investigación se pueden tomar decisiones en varios niveles entre los que está el nivel "estratégico", como puede ser la asignación de fondos para cada área científica; o el nivel "táctico" como es el caso de la asignación de fondos a grupos de investigación dentro de un programa (Kostoff, 1997a).

cómo se elaboran y cuál es el uso más apropiado que tiene cada una de estas técnicas.

Para garantizar el éxito de la evaluación, puede ser de gran ayuda establecer una serie de elementos mínimos que son: (i) naturaleza de lo que se evalúa; (ii) objetivos y uso; (iii) alcance y (iv) recursos.

Respecto a la **naturaleza** de lo que se va a evaluar, se trata de diferenciar entre evaluar un Programa (política) o una Institución (universidad, departamento, hospital, etc.). A continuación, será preciso determinar los **objetivos**, dado que resulta fundamental saber cuáles son las razones por las que se desea evaluar. En este sentido debe ser el responsable del programa o institución quien los determine si bien, en ocasiones, esta tarea resulta complicada por lo que deben recibir orientación sobre las diferentes alternativas existentes. El **uso** que se va a dar a los resultados de la evaluación también debe estar claro desde el comienzo, puesto que ello determinará aspectos menores pero importantes relacionados con la metodología. Algunos autores identifican diversos tipos de usos, entre los que se pueden encontrar el uso de asignación de recursos o el diagnóstico. Es decir, si se van a emplear los resultados para la distribución de medios o si sólo se busca la identificación de los puntos fuertes y débiles de un programa o institución.

El **alcance** permite acotar la evaluación de tal modo que resulte más fácil la selección de las técnicas de entre el conjunto de las disponibles. Esencialmente ello equivale a la clasificación de la evaluación en relación con tres criterios (Figura 1.1) que son:

(i) Tipo de investigación: Básica, aplicada o desarrollo tecnológico.

(ii) Unidad de análisis: Micro cuando la unidad de evaluación es investigadores, grupos de investigación, etc. Macro cuando la unidad de evaluación es una institución o programa.

(iii) Ubicación temporal de la investigación: La evaluación se hace antes de que tenga lugar la investigación, durante su desarrollo o una vez finalizada.

Para finalizar, los **recursos** disponibles para la evaluación la condicionan de modo importante. De este modo, es necesario conocer tanto los recursos financieros como el tiempo disponible así como la información existente (cantidad, calidad y accesibilidad).

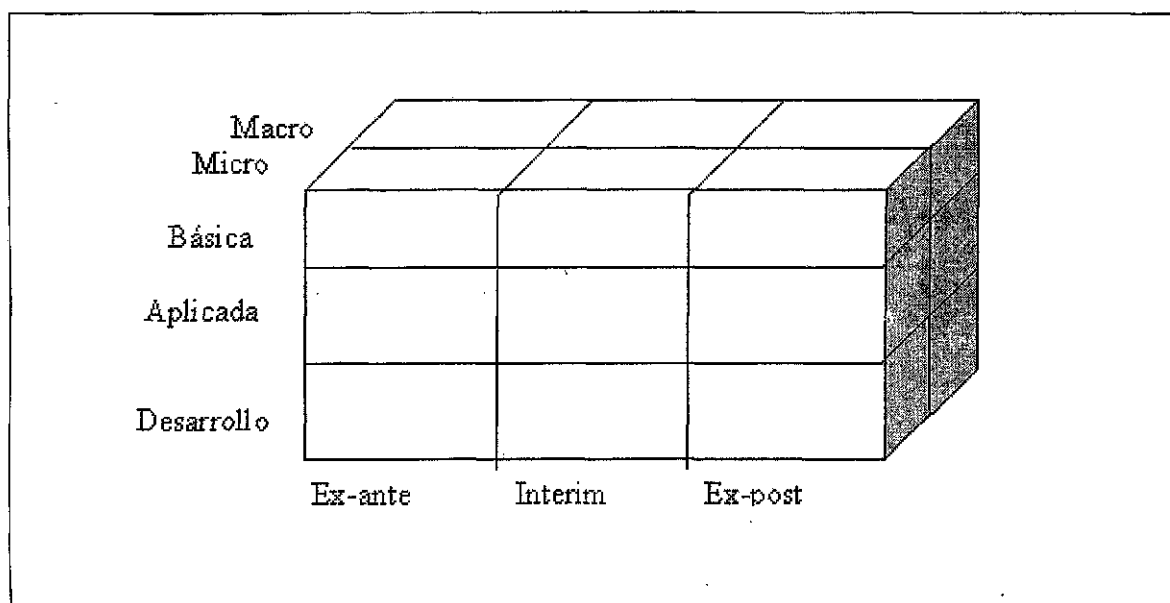


Figura 1-1: Criterios de clasificación para los distintos tipos de Evaluación

1.3 Estudios sobre Productividad Científica

Tal como se ha comentado previamente, la Evaluación de la I+D debe ser una práctica *ad hoc* lo que supone que tanto la selección de técnicas y herramientas como la aproximación metodológica se realice teniendo en cuenta las peculiaridades de lo que se ha de evaluar. Para ello resulta conveniente responder cuestiones como *¿qué tipo de investigación se realiza?*, *¿en qué áreas?*, *¿cuál es el nivel de análisis?*, *¿cuál es la información disponible?*, etc.

En esta Tesis se presentan cuatro ejemplos de Evaluación de la Investigación centrados en el análisis de la productividad científica: (a) Efecto de la formación pre y postdoctoral sobre la productividad científica (Capítulo II); (b) Relación entre la evaluación cualitativa y cuantitativa de departamentos y centros de investigación (Capítulo III); (c) Determinantes de la productividad y carrera profesional de los investigadores (Capítulos IV y V); y (d) La evaluación de la investigación en Economía en España mediante el uso de rankings (Anexo del Capítulo III).

Antes de describir cada uno de dichos ejemplos de Evaluación, debe señalarse que los Capítulos II, IV y V están relacionados entre sí dado que tratan el impacto que factores como

la formación o las habilidades tienen sobre la productividad científica. La principal diferencia entre ellos es que en los Capítulos IV y V, se plantean modelos más completos que los propuestos en el Capítulo II. Esto ha sido posible ya que se han incorporado variables adicionales a la base de datos original utilizada en el Capítulo II⁸.

Algunas de las variables incorporadas, están relacionadas con la calidad de la formación recibida por los investigadores y han sido obtenidas a partir del procedimiento desarrollado en el Capítulo III. Otras variables, por su parte, están relacionadas con la trayectoria profesional de los investigadores y se han incorporado a la base de datos original ya que ha transcurrido el tiempo necesario para poder medirlas⁹. En este último grupo están la productividad en los primeros ocho años de carrera investigadora (tras finalizar el doctorado), el/los destino/s profesional/es de los investigadores en los primeros 10 años. Con ello, además de presentar resultados complementarios, se pretende ilustrar el modo en que la calidad y cantidad de información puede afectar tanto al modo de plantear una evaluación como a los resultados que se obtienen en ella.

1.3.1 El Efecto de la formación pre y postdoctoral sobre la productividad científica (Cap II)

Si bien es cierto que la formación de investigadores es un resultado de la actividad investigadora, también puede concebirse ésta como un determinante de la productividad de los investigadores. Dado que la formación de un investigador suele estar conformada por dos etapas bien diferenciadas como son la predoctoral y la postdoctoral¹⁰, interesa conocer cuáles son los efectos de éstas sobre la productividad de los investigadores.

Aunque parece indiscutible la existencia de dichos efectos, sin embargo, es preciso identificarlos con precisión de modo que puedan ser útiles de cara a considerar distintas alternativas políticas, entre las que se encuentran: (i) la mejora de la formación predoctoral mediante la

⁸Sin embargo, la muestra empleada en los Capítulos IV y V está formada por una selección de la utilizada en el Capítulo II.

⁹El trabajo de campo se realizó en 1994 y la base de datos para los capítulos IV y V se completó en 2000.

¹⁰En la primera etapa se asimilan los conocimientos sobre la materia en la que se investiga y además se desarrollan las habilidades necesarias para poder desarrollar su propia investigación. En la segunda etapa, además de continuar el aprendizaje tiene por objeto fundamental, la inserción del investigador en las redes sociales que constituyen la comunidad científica.

selección y seguimiento de becarios, acreditación de programas de doctorado y de directores de tesis, etc.; y (ii) mejora de la formación postdoctoral, tanto mediante la ampliación del número de becas para estancias de este tipo como la duración de las mismas.

Este es un aspecto poco explorado que necesita ser investigado con mayor profundidad. Prueba de ello es que de los pocos estudios que diferencian la formación postdoctoral de la predoctoral, se obtienen resultados contradictorios. Así, por una parte, para Teichler (1991a) "las estancias en departamentos de investigación en países con un mejor nivel investigador pueden ser beneficiosas para elevar la calidad de investigación de los países de menor nivel". Por otra parte McGinnis (1982) concluye que "el prestigio de la institución postdoctoral parece no tener ningún efecto sobre la productividad posterior del investigador".

Para realizar el estudio se cuenta con una muestra de 200 investigadores procedente de la Evaluación del Programa de Becas en el Reino Unido MEC-Fleming. Se han planteado dos modelos basados respectivamente en la Teoría del Capital Humano y del Señalamiento. En el primero se admite que la formación predoctoral tiene influencia directa e indirecta sobre la productividad, mientras que en el segundo sólo se postula la existencia del efecto indirecto. Para estimar los modelos se emplean técnicas econométricas de Modelización de Ecuaciones Estructurales.

Los resultados ponen de manifiesto que la formación predoctoral tiene un efecto significativo y mayor que la postdoctoral sobre la productividad. Así mismo, se apunta a la necesidad de contar con indicadores del prestigio o capacidad científica de los departamentos por los que va pasando el investigador a lo largo de su carrera (doctorado, postdoctorado y trabajo/s).

1.3.2 Relación entre la calidad investigadora y la productividad de un departamento (Cap III)

Una de las necesidades básicas para poder tomar decisiones para la asignación de fondos de modo eficiente (universalismo) es conocer cuáles son las instituciones que tienen un mayor nivel científico. En el caso de países como el Reino Unido, existe un procedimiento para valorar la capacidad investigadora de departamentos universitarios, centros de investigación públicos u hospitales, conocido como *Research Assessment Exercise (RAE)*, que se realiza a partir de la opinión de expertos. Una de las cuestiones más debatidas en este contexto, es hasta qué

punto es posible determinar la opinión de los expertos a partir de los indicadores bibliométricos (Oppenheim, 1995 y 1997). En este capítulo se explora la relación que existe entre la valoración cualitativa de distintos departamentos y unidades de investigación con su productividad científica.

Para ello se parte de dos hechos importantes como son (i) existencia de una correlación alta entre los rankings elaborados en base al número de citas y los obtenidos a partir de la opinión de expertos y (ii) existencia de una ley de potencia¹¹ entre el número de citas que tiene una institución con su productividad.

Con la realización de este estudio se persiguen dos objetivos fundamentales. Así, en primer lugar, la comprobación de la existencia de una relación similar (ley de potencia) entre la opinión de los expertos y los indicadores de productividad, vendría a corroborar los hallazgos más recientes al respecto, así como una extensión de la ley de potencia hallada por Katz¹² (Katz, 1999). En segundo lugar, desde una perspectiva más modesta, la obtención de un procedimiento para estimar el prestigio de los departamentos españoles en la escala RAE permitirá enriquecer el análisis presentado en el escenario anterior mediante la especificación de modelos más complejos (ver apartado 1.3.3 en este Capítulo).

Entre los trabajos que tratan la relación entre la opinión de expertos y los indicadores destaca el estudio realizado por Oppenheim (1995) donde encuentra una correlación importante entre la valoración de departamentos realizada por expertos y el número de citas recibidas por los trabajos publicados por éstos¹³. Por su parte, Ehrenberg y Hurst (1998) desarrollan modelos hedónicos para determinar la valoración por expertos de programas de doctorado a partir de algunas características de dichos programas entre las que está el número de publicaciones. Finalmente, Katz (1999) halla la existencia de una ley de potencia entre el prestigio de una institución (medido en número de citas) con su productividad (medido en publicaciones).

A partir de las evidencias empíricas anteriores se plantea la hipótesis siguiente. Si la relación

¹¹Por ley de potencia se entiende toda relación entre dos variables dada por expresiones de la forma $y = Ax^\lambda$ donde A y λ son números reales. Este tipo de leyes son bastante frecuentes y controlan numerosos fenómenos naturales, sociales o económicos.

¹²Katz identifica la existencia de una relación tipo ley de potencia entre el número de citas que recibe una institución (C) y su producción científica (P). Concretamente los valores hallados son los siguientes $C = 0.15P^{1.27}$.

¹³En menor medida, también encuentra una relación importante entre la opinión de expertos y el número de artículos publicados.

entre el prestigio y la productividad de una institución viene dada por una ley de potencia, cuando el primero se mide en citas, deberá existir una relación similar cuando se emplea otro indicador para el prestigio, en particular la opinión de expertos.

Para comprobar la existencia de tal relación, se cuenta con la valoración de instituciones británicas en el RAE de 1996 (<http://www.rae.ac.uk>) en todas las disciplinas. Por otra parte, de las bases de datos del ISI así como de Econlit, se obtienen las publicaciones que cada departamento ha realizado durante el periodo de 1993-96. Mediante regresiones entre el ambas variables se trata de probar la existencia de relaciones de potencia del modo siguiente. Para el caso de Economía, se dispone de información sobre la producción total de cada departamento así como de disitntos criterios de ponderación de revistas. Por ello se estiman distintos modelos empleando diversas variables explicativas (número de publicaciones, publicaciones ponderadas por calidad de la revista, etc.). Para el resto de disciplinas, sólo se conoce el número de artículos publicados en una muestra de revistas y se han llevado a cabo dos análisis: (i) uno global considerando todas las disciplinas para cada institucion (esto es lo mismo que hace Katz) y (ii) otro para cada una de las áreas por separado.

Los resultados obtenidos muestran, en primer lugar, que para el área de Economía, la relación de una Ley de Potencia entre la valoración RAE de los departamentos y el número de artículos que han publicado es bastante plausible. En segundo lugar, si se replica el ejercicio de Katz, agrupando todas las disciplinas, resulta de nuevo admisible la existencia de una Ley de Potencia. Por último, para el caso específico de cada área, los resultados difieren en cuanto a su ajuste debido posiblemente a la escasa calidad de los datos empleados.

1.3.3 Determinantes de la productividad y carrera profesional de los investigadores (Caps. IV y V)

La productividad científica se caracteriza por su desigual distribución entre investigadores. Esta característica le confiere interés especial al análisis de los procesos que determinan tal desequilibrio. Una mejor comprensión de éstos puede ser determinante para el diseño de políticas de investigación más efectivas.

Uno de los procesos que justifica la existencia de dicha desigualdad en la productividad científica es el denominado principio la Ventaja Acumulativa (Merton, 1968). De acuerdo con

el mismo, los investigadores pueden ser más o menos productivos por una sucesión de acontecimientos que tienen lugar a lo largo de la carrera científica, como pueden ser la cantidad y calidad de la formación recibida, la capacidad investigadora de sus mentores, o los departamentos en los que trabajan.

No obstante, también es preciso tener en cuenta que, además de la Ventaja Acumulativa, existen otros enfoques empleados con mayor o menor grado de éxito para explicar la productividad científica. Dichos planteamientos describen procesos de índole sociológico como el Universalismo, o económico como las teorías del Capital Humano o del Señalamiento. También hay enfoques psicológicos como la Teoría de Conocimiento del Trabajo. Cada uno de los procesos descritos por las teorías anteriores considera factores que están presentes en la Ventaja Acumulativa, pero además, tienen en consideración otras variables como son la motivación o el sexo. Precisamente a esta última variable se la asocia con un proceso de "desventaja acumulativa" a lo largo de la carrera profesional.

El conocimiento del modo en el que influyen los distintos factores sobre la productividad científica puede servir para planificar políticas de formación de investigadores que permitan la confluencia de aquellos factores que favorecen la investigación de calidad y minimicen los que la obstaculizan.

Para llevar a cabo dicho estudio, se emplea una muestra de 174 investigadores españoles de cuatro campos que proceden de la Evaluación del Programa de Becas MEC-Fleming. A partir de los CVs de los investigadores y otras fuentes de datos, se han obtenido una serie de indicadores relativos tanto a las características individuales (sexo, especialidad, tiempo de doctorado) como a sus carreras profesionales (calidad del programa de doctorado, características del supervisor, formación postdoctoral, características del primer empleo, etc.). En cuanto a la productividad, se ha tenido en cuenta tanto la cantidad como la calidad mediante el factor de impacto de la revistas donde se publican los trabajos.

Los estudios realizados sobre productividad científica tienen en cuenta la influencia de factores diversos como son la habilidad, el sexo la calidad de la formación recibida (prestigio del programa de doctorado y del mentor), la formación postdoctoral, el prestigio de los departamentos en los que son contratados (Crane 1965; Long 1978, 1979, 1981, 1985, 1993 y 1995; Lee Hansen 1978, 1990 y 1991; McGinnis 1982; Allison 1982, 1987, 1990; Reskin 1979; Buchmue-

ller 1999). También se han considerado otros factores relevantes como la financiación recibida (Arora, 1996 y 1998) o la edad (Levin, 1991). Estos trabajos se diferencian fundamentalmente su planteamiento metodológico, dado que mientras unos abordan el problema desde una perspectiva uniecuacional otros, por el contrario proponen modelos estructurales (Rodgers 1989; Maranto 1994; Lee Hansen 1978, Arora, 1998, García-Romero, 2001).

Para explicar tanto la productividad como la evolución en la carrera profesional se han planteado, en primer lugar, modelos uniecuacionales, que sirvan para identificar los factores que tienen mayor incidencia sobre la productividad. En segundo lugar, se han especificado una serie de modelos estructurales que recogen las hipótesis de las teorías consideradas (Ventaja Acumulativa, Capital Humano, etc.)

A partir de los modelos uniecuacionales, se ha podido observar que existe una importante influencia de la productividad predoctoral sobre la productividad postdoctoral (ocho años). También son relevantes la calidad del doctorado y la realización de una estancia postdoctoral, si bien estos últimos influyen más en la calidad que en la cantidad. Asimismo, se ha observado la existencia de una menor productividad en las mujeres aunque no es significativa en términos de calidad.

Respecto de los modelos estructurales, la especificación acorde con la hipótesis de la Ventaja Acumulativa no es la que presenta mejor ajuste, si bien la mayoría de los parámetros son significativos. Los que mejor ajuste presentan son los modelos de Mérito (asociado al universalismo) y el que incorpora las diferencias por sexo (*gender differences*) que es una adaptación del propuesto por Helmreich.

Otros aspectos que deben estudiarse son: (i) el impacto de la financiación recibida, (ii) la motivación de los investigadores y (iii) el efecto del director de tesis. Para ello será preciso ampliar la información de la muestra, dado que no se dispone de indicadores de estas variables.

1.3.4 Los rankings de departamentos como herramienta de evaluación. El caso de la investigación en Economía (Anexo Cap. III)

La valoración de aspectos como la capacidad o la excelencia investigadora de un departamento universitario resulta de gran interés para quienes dirigen la política de investigación a distintos niveles (regional, nacional o europeo), para los propios investigadores y también para estudiantes

de doctorado o licenciatura.

Como se ha visto en el apartado 1.3.2 de este Capítulo, es posible determinar indicadores de la capacidad investigadora de los departamentos mediante la evaluación cualitativa, a partir de la opinión de expertos, pero también mediante la evaluación cuantitativa, es decir, a partir de indicadores de productividad, impacto, etc. La existencia de rankings de departamentos, especialmente en el caso de la Economía (Graves, 1982; Kirman, 1994; Scott, 1996; Kalaitzidakis, 1999) pero también en otras disciplinas (Thomas, 1998) unido a la relación existente entre opinión de expertos e indicadores cuantitativos plantea una serie de cuestiones como son: (i) *¿Cuál es la validez y complementariedad de ambos métodos?* (ii) *¿En qué medida son consistentes los rankings cuando se emplean diversos indicadores?* (iii) *¿Qué propiedades deberían exigirse a dichos indicadores para que reflejen la realidad del modo más fiable posible?*

El análisis de este escenario tiene una doble finalidad ya que, por un lado, pretende reflejar la situación de la investigación en Economía en España y, por otro lado, trata de responder algunas de las cuestiones anteriores.

Ambos objetivos vienen a cubrir necesidades de la propia Política de Investigación. De este modo, conocer cuáles son las instituciones que desarrollan una mayor productividad científica en una disciplina determinada como es la Economía, puede ser un ejercicio extremadamente útil, al mismo tiempo que proporciona una experiencia precursora de ejercicios similares para otras disciplinas. Asimismo, aportar elementos críticos sobre la relevancia de la información que proporcionan los rankings o bien determinar los aspectos que pueden incorporarse a éstos de modo que se incremente dicha relevancia, puede ser beneficioso para el buen uso de esta herramienta en la Política de Investigación.

Para la elaboración de los rankings es preciso determinar (i) las revistas que se van a considerar y (ii) las ponderaciones asignadas a cada una de ellas. En este trabajo se han considerado cuatro criterios que se diferencian tanto en lo que respecta a las revistas incluidas como con su ponderación, así como en el procedimiento para la elaboración de los indicadores.

Con ello se pretende dar una imagen lo más fiel posible de la investigación en Economía en España durante la década de los 90. El uso conjunto de varios indicadores para evaluar, por ejemplo departamentos, es una práctica aconsejable (Martin, 1996), pues ello permite determinar cuál es el grado de coincidencia existente entre los rankings elaborados de acuerdo con los

distintos criterios.

Finalmente también se consideran dos factores que permiten controlar dos posibles distorsiones de los rankings anteriormente descritos como con el tamaño de los departamentos y el carácter dinámico de la productividad científica, esto es, teniendo en cuenta el año en el que se publican los trabajos.

Capítulo 2

El Efecto de la Formación Postdoctoral sobre la Productividad Científica

2.1 Introducción¹

El objetivo de este capítulo es determinar el efecto que tienen sobre la productividad científica de los investigadores, dos factores relevantes como son, por un lado, la habilidad de los investigadores al finalizar su doctorado y, por otro lado, la formación postdoctoral que éstos reciben.

Los estudios realizados sobre productividad científica han puesto de manifiesto que ésta se ve afectada por numerosos factores. Tal es el caso de la financiación recibida (Arora, 1993), la edad y el ciclo de vida (Diamond, 1984; Stephan, 1994), la actividad investigadora del entorno (Hogan, 1981), la colaboración (Stephan, 1997; Modrego, 1998), entre otros. En cambio, otros factores como son la formación que reciben los investigadores así como sus habilidades

¹El análisis planteado en este Capítulo, se vuelve a abordar en los Capítulos IV y V si bien en estos dos últimos se emplea una base de datos sensiblemente mejorada respecto de la utilizada para este Capítulo. Ello permite explorar con mayor detalle y profundidad cuáles son los determinantes de la productividad científica de los investigadores. Asimismo, la comparación de los modelos propuestos en los Capítulos IV y V por un lado, respecto de los planteados en el presente capítulo, por otro, permite apreciar el efecto que tiene la mejora de la base de datos sobre la calidad de los modelos estimados.

(Anderson, 1989; Buchmueller, 1999) han sido menos estudiados.

Aunque la **formación de investigadores**, en un sentido amplio, tiene lugar a lo largo de toda la vida profesional de éstos, ya que la actividad investigadora puede considerarse como una actividad de formación permanente (Carlson, 1995; Martin, 1983 e Irvine, 1980)². A efectos de poder analizar su impacto en este estudio, la formación de investigadores se considera como el período que transcurre desde que se comienza el doctorado hasta que se desarrolla una investigación propia. Asimismo, en dicho periodo se van a distinguir dos etapas: la predoctoral y la postdoctoral. En la primera se desarrollan habilidades y conocimientos básicos ³, mientras que la segunda tiene un objetivo adicional al estrictamente formativo, como es la incorporación de los investigadores a las denominadas élites o *colegios invisibles* (Garvey, 1971). En esta etapa también se realiza el aprendizaje de aspectos menos formalizados, necesarios para desarrollar una investigación de calidad. Por este motivo, esta etapa consiste generalmente en una estancia dentro de un grupo de investigación de prestigio internacional.

En cuanto a las **habilidades de los investigadores** y el impacto sobre su productividad, es preciso considerar dos posibles efectos: (i) **efecto directo**, de tal modo que a mayor nivel de habilidades, mayor productividad, si bien esta relación puede verse atenuada por ineficiencias en el mercado de trabajo y procesos no universalistas como pueden ser la endogamia; y, (ii) **efecto indirecto** asociado al hecho de que un mayor nivel de habilidades permite acceder a formación de mayor calidad, lo que incrementará la productividad o bien servirá de señal en el mercado de trabajo para poder acceder a departamentos de mayor prestigio lo que puede incidir positivamente en la productividad científica posterior (Garvey, 1971).

En este Capítulo se considera, por una parte, el nivel de **habilidades de los investigadores una vez han finalizado el doctorado (habilidad)**, y, por otra parte, la **formación postdoctoral** que reciben. En los capítulos IV y V de esta tesis, se aborda un estudio más avanzado en el que se tienen en cuenta otras variables adicionales⁴.

²Es el único modo de transmitir ciertos conocimientos necesarios pues muchos de ellos son de carácter tácito (*training on the job*).

³Dichos conocimientos pueden clasificarse en cuatro grupos que son: a) ampliación del nivel de conocimiento de los conceptos generales de la Ciencia y cultura científica, b) especialización del área donde se va a realizar la investigación, c) capacidad de análisis y de valoración del conocimiento codificado tanto al nivel científico técnico como al nivel socioeconómico y d) capacidad para plantear y llevar a cabo nuevas investigaciones

⁴Como se ha dicho en la introducción, este capítulo tiene la finalidad de poder contrastar cómo incide la calidad de la información sobre la relevancia de los resultados obtenidos. Para ello, se ha de comparar con los

Por ello, cabe preguntarse cuáles son los efectos directos e indirectos (a través de una mejor formación postdoctoral) de la habilidad de un investigador sobre su productividad. La posibilidad de diferenciar estas dos componentes de la productividad requiere: (i) determinar los factores que influyen sobre la misma y, (ii) cuantificar los efectos de dichos factores.

- Para resolver la primera cuestión, se han planteado dos modelos basados respectivamente en la Teoría del Capital Humano (Becker, 1964) que postula la existencia, tanto de un efecto directo como de uno indirecto de la habilidad sobre la productividad, y la de Señalamiento (Cohn, 1990) que sólo considera el indirecto. Los resultados obtenidos muestran que el primer modelo es el que mejor ajusta los datos disponibles, lo que implica que la productividad se debe tanto a la formación postdoctoral como a la habilidad de los investigadores al concluir su doctorado.
- Para determinar el efecto que la habilidad de los doctores y la formación postdoctoral tienen sobre la productividad, se han considerado los parámetros correspondientes al modelo que presenta un mejor ajuste. Los valores obtenidos permiten afirmar que la productividad final es debida en mayor parte a la habilidad que a la estancia postdoctoral.

Estos resultados indican que sería más efectiva una política orientada a incrementar la productividad científica mediante la mejora del nivel de habilidades de los doctores, que otra basada en la mejora de la formación postdoctoral⁵.

A la vista de los resultados, se sugieren algunas medidas que podrían incrementar la productividad científica: (i) evaluación de los programas de doctorado para identificar las actuaciones de mejora del nivel de habilidades de los doctores (Guimarães, 1995); y (ii) mejora del proceso de selección de los candidatos a estancias postdoctorales, y de la duración de éstas, para mejorar la formación postdoctoral.

En cuanto a las limitaciones del estudio, las dos más importantes son, por un lado, los indicadores utilizados para la habilidad, que, en realidad miden la habilidad que tienen los investigadores cuando éstos concluyen el doctorado. Ello no permite explorar el efecto que la

Capítulos IV y V de esta Tesis.

⁵Naturalmente, la política óptima vendrá dada por una mezcla de ambas. Sin embargo, puesto que no se tiene información de los costes de ninguna de las dos alternativas no es posible encontrar dicho óptimo.

habilidad de los individuos tiene sobre su productividad como investigadores⁶. Por otro lado, algunas variables relevantes no han sido medidas. Tal es el caso de la calidad y prestigio de los departamentos, de la formación recibida, etc⁷.

Para llevar a cabo el estudio presentado en este Capítulo, se ha dispuesto de una muestra de 200 doctores de varias áreas científicas, los cuales realizaron distintos tipos de estancia postdoctoral. Para cada uno de ellos se dispone de diferentes medidas, tanto de habilidades como de resultados de la actividad científica. Una vez planteadas las hipótesis y formuladas en las ecuaciones correspondientes, se estiman mediante técnicas de *path analysis* y análisis factorial confirmatorio⁸ (Bentler, 1995; Kline, 1998).

El resto del capítulo está organizado del modo siguiente. La sección 2 recoge una panorámica de la literatura relevante. La sección 3 presenta los modelos teóricos y las hipótesis que se van a contrastar. La sección 4 se dedica a describir los datos y la metodología basada en la modelización de ecuaciones estructurales. La sección 5 recoge los resultados de la estimación de los modelos y finalmente, en la sección 6 se presentan las principales conclusiones así como las líneas de una futura investigación.

2.2 Revisión de literatura relevante

Pese a ser un tema de interés, son relativamente pocos los estudios que existen en la literatura en los que se analice la productividad científica de los investigadores considerando variables relacionadas con la formación recibida, la carrera profesional o características individuales (sexo, habilidades, motivación, etc.). A continuación se presentan aquellas referencias organizadas en dos bloques atendiendo al enfoque metodológico. De este modo, en un primer grupo, se consideran los estudios en los que no se aborda ningún análisis cuantitativo, salvo alguna estadística descriptiva. En el segundo grupo, se presentan los trabajos en los se realiza un análisis estadístico para explorar cuáles son los determinantes de la productividad científica, organizándolos, a su vez, atendiendo a la complejidad de las técnicas empleadas (correlaciones, regresión, modelos

⁶En este sentido, debe enfatizarse la necesidad de desarrollar en España, indicadores fiables que permitan medir las habilidades en diferentes etapas educativas.

⁷El Capítulo III está dedicado al desarrollo de un procedimiento para estimar estas variables las cuales se utilizan para completar la base de datos y llevar a cabo los estudios propuestos en los Capítulos IV y V.

⁸Estos dos grupos de técnicas constituyen lo que se denomina *Structural Equation Modeling (SEM)*.

estructurales)

2.2.1 Estudios cualitativos y descriptivos

En este grupo de trabajos se consideran aquellos realizados a instancias de distintos organismos nacionales o supranacionales (NRC, NSF, OECD). En ellos se analizan los problemas más relevantes de la formación de investigadores en diferentes países planteando diferentes soluciones políticas. En uno de estos trabajos, elaborado por la OECD (OECD, 1995), se hace una revisión exhaustiva de los sistemas de formación de investigadores en distintos países -entre los que no se incluye España- identificando sus principales problemas y planteando algunos posibles modos de resolverlos. Otro estudio de características similares es el realizado por la *National Science Foundation* (NSF, 1996 y Smith III, 1995) en el que se plantean las principales debilidades de la formación de investigadores en Estados Unidos, alcanzándose conclusiones acerca de la excesiva especialización de los investigadores que les hacen ser poco útiles a la sociedad fuera del ámbito académico.

También se deben mencionar en este apartado los estudios llevados a cabo por el el *National Research Council* en Estados Unidos (NRC, 1982 y 1998) debe destacarse su carácter periódico y sistemático lo que permite tener un diagnóstico exhaustivo de la situación de la formación de investigadores en dicho país. En el primer estudio se evalúan los programas de Doctorado en Biología empleando una metodología basada en la realización de una encuesta así como en indicadores de la productividad científica que finalmente da lugar a unos resultados que son valorados e interpretados por un comité de expertos. Por su parte, en el segundo trabajo, se analiza los primeros años de las carreras de los investigadores en Ciencias de la Vida. Para ello tiene en cuenta las características del mercado de trabajo para este tipo de profesionales haciendo especial hincapié en la relación entre la oferta y la demanda de doctores en estas disciplinas

Otros estudios, si bien incorporan encuestas, no realizan ningún análisis de las mismas, aparte de una descriptiva de los resultados. En el primero de ellos, se recoge la opinión de 277 doctores en Astronomía (Irvine, 1980)⁹. Entre otras cosas, se plantea la utilidad de las

⁹Este trabajo forma parte de una serie sobre la evaluación de la 'Big Science', sus efectos e impactos científicos y económicos.

habilidades adquiridas durante el doctorado para la actividad profesional de los investigadores. El resultado muestra que dichas habilidades resultan de gran utilidad, tanto en el contexto de la investigación pública como en la privada.

Por su parte en Halfpenny (1992) se evalúa un programa de becas de formación de investigadores en el Reino Unido dirigido tanto a doctores como a graduados ($n = 468$). Se obtienen resultados sobre su actividad posterior a la etapa de formación así como del destino laboral de los mismos, si bien no se analiza la relación existente entre las mismas.

Un estudio similar es el planteado para evaluar el resultado de los programas de becas financiados por la Comisión Europea¹⁰ (Teichler, 1991a; 1991b). Dicho programa, creado para fomentar la movilidad de los investigadores abarca tres modalidades que son: a) estancias para realizar el doctorado; b) estancias postdoctorales para investigadores noveles y c) estancias de investigadores veteranos. Los resultados, que recogen la opinión de 472 becados y 140 individuos que rechazaron la beca, reflejan el desequilibrio existente entre los diferentes países de la UE en cuanto a nivel científico se refiere. Así, en primer lugar, se observa una tasa de renuncia mayor cuando el destino es un país de peor nivel investigador que el de origen. En segundo lugar, tanto el efecto sobre la actividad investigadora como la satisfacción con la estancia, es mayor para quienes provienen de países con menor nivel científico.

Finalmente, cabe destacar los estudios realizados *The Wellcome Trust* en los que evalúa el programa de formación de investigadores (TWT, 2000a) patrocinado por esta institución con la finalidad de encontrar las fortalezas y debilidades de dicho programa. En otro trabajo complementario al anterior (TWT, 2000b) se analiza un estudio de las carreras profesionales haciendo especial incidencia en la inserción en el mercado de trabajo de los beneficiarios de las becas así como de sus resultados científicos (artículos) que éstos obtienen .

2.2.2 Estudios que analizan los determinantes de la productividad científica.

En este bloque se consideran, a su vez, tres tipos de estudios según empleen técnicas de análisis bivalente (correlaciones y tabulación cruzada), multivalente (regresión) o multiecuacional (modelos estructurales).

¹⁰También denominados inicialmente como Capital Humano y Movilidad.

Estudios basados en análisis bivariante

En algunos de ellos sólo se tiene en cuenta la relación desde un punto de vista bivariante como es el caso de Cole y Cole (1967), Crane (1965), Over (1982) o Zuckerman (1975). También se incluyen en este grupo una serie de estudios realizados en España. El primero de ellos (Martín, 1996 y Martín-Sempere, 1998) presenta los datos de las becas en el extranjero por disciplinas y países de destino durante el período 1984-1994 estableciendo una comparación por disciplinas. Por su parte, López Aguado (1987) compara la producción científica de los investigadores que alcanzaron el grado de doctor en Física durante el año 1976-77, con la productividad total española en esa disciplina. Se observa una investigación de alto nivel internacional tanto en el grupo de jóvenes como en el total español. Finalmente, Fernández Esquinas et al. (1995) realizan una encuesta a una muestra de estudiantes de doctorado y doctores de diferentes especialidades ($n \approx 1200$). En ella, los encuestados han de responder acerca de diferentes aspectos relacionados con la beca (cuantía, medios, tiempo, etc.). De entre todos los resultados obtenidos, los más interesantes hacen referencia a las trayectorias profesionales. Se observa una alta concentración en puestos académicos así como una elevada tasa de endogamia puesto que en torno al 53% acaban trabajando en la misma institución en la cual realizaron el doctorado. Asimismo, se ofrecen datos relativos a la actividad investigadora durante el periodo de disfrute de la beca así como después de ésta.

Estudios que basados en análisis multivariante.

En este grupo se pueden considerar los trabajos que exploran cómo diversos factores pueden incidir sobre la productividad científica lo que permite, entre otras cosas, comparar efectos de diferentes variables. Los factores considerados más frecuentemente son: habilidad, sexo, cantidad y calidad de la formación y prestigio de los departamentos en los que los investigadores son contratados (Crane 1965; Long 1978, 1979, 1981, 1985, 1993 y 1995; Hogan, 1981; Lee Hansen 1978, 1990 y 1991; McGinnis 1982; Allison 1982, 1987, 1990; Reskin 1979; Evered, 1987; Anderson, 1989; Buchmueller 1999; García-Romero 2002a). Además otros factores como la financiación recibida o la edad de los investigadores han sido considerados en estudios específicos (Arora, 1996 y 1998; Levin, 1991). De los resultados de estos trabajos así como de los obtenidos en el Capítulo IV de esta Tesis, parece deducirse de forma clara la existencia de relaciones

estructurales (i.e. multiecuacional) entre las distintas variables.

Estudios basados en análisis estructural.

En estos trabajos se explora la causalidad -y no sólo la relación- existente entre la formación de los investigadores y la productividad investigadora posterior. La idea básica consiste en el hecho de que el aprendizaje tiene lugar de modo secuencial y depende de numerosos factores como son la habilidad de los individuos, la calidad de la formación y las condiciones ambientales (políticas, género, etc.). Este planteamiento causal se ajusta a la situación real pues, en primer lugar, la habilidad del individuo condiciona la formación que este recibe, permitiéndole acceder a los mejores grupos y al mismo tiempo aprender mejor. Esta etapa de formación, a su vez, influye sobre la calidad del centro donde se realiza la estancia postdoctoral así como su aprovechamiento y, por último, la calidad de la formación postdoctoral determina la productividad científica final del investigador. Pero, además de esta cadena causal, con este planteamiento se incorporan efectos directos como, por ejemplo, el que existe entre la habilidad y la productividad. Los trabajos más destacados basados en este planteamiento son los de Cole (1973), Chubin (1981), Helmreich (1982) y sobre todo Rodgers (1989) y Maranto (1994). A continuación, se detallan los principales resultados de los citados estudios.

Cole y Cole (1973), empleando técnicas de *path analysis*, estudian el proceso de adquisición de la denominada "*eminencia científica*", definida como reputación en el departamento y visibilidad. Para ello usan como variables predictoras del prestigio profesional, por un lado, las publicaciones realizadas en los primeros años de la carrera investigadora así como las citas que reciben y, por otro lado, el nivel del departamento de doctorado. Los resultados muestran que existe un efecto significativo de la reputación del departamento donde se ha realizado el doctorado sobre la productividad, si bien, dicho efecto es mayor sobre la actividad a largo plazo que sobre las publicaciones durante los primeros años tras el doctorado o las citas recibidas a dichas publicaciones.

Con enfoques parecidos a los anteriores, existe un grupo de trabajos que analizan la productividad científica en Psicología. En el primero de ellos (Chubin, 1981), se emplean métodos de regresión para predecir las publicaciones a partir de: (a) nivel del departamento de doctorado, (b) realización o no de estancia postdoctoral, (c) director de tesis, (d) número de publicaciones

previas a la lectura de la tesis así como el número de publicaciones derivadas de ésta. El resultado de este estudio fue que el único predictor significativo de las publicaciones es el número de citas a las publicaciones previas a la etapa predoctoral. En el segundo estudio (Helmreich, 1980), se considera como variables predictoras el sexo y la motivación personal de los investigadores. Los resultados muestran que los varones son quienes realizan el doctorado en departamentos de mayor reputación, trabajan en departamentos de mayor prestigio, publican más artículos y reciben más citas¹¹. En cuanto a la motivación, como cabe esperar, incide positivamente sobre los resultados.

También deben destacarse entre este tipo de trabajos que emplean un enfoque estructural el propuesto por Arora (1998) para explicar la relación estructural existente entre la financiación recibida, el prestigio de los investigadores y su productividad, con lo que trata de determinar la presencia de Ventaja Acumulativa. Los resultados parecen probar la existencia del *Efecto Mateo* (Merton, 1968)¹². No obstante, una limitación de este trabajo es que sólo considera la etapa final de la carrera profesional de los investigadores cuando la Ventaja Acumulativa puede estar presente a lo largo de toda ella (Allison, 1982). Otro estudio que plantea un modelo estructural es el realizado por Lee Hansen (1978), si bien su objetivo no es explicar la productividad científica sino los ingresos de los investigadores a partir de la edad, la productividad científica y la experiencia entre otras¹³.

Por último, los trabajos de Rodgers (1989) y Maranto (1994) son los más completos por tres razones: (i) tienen en cuenta el efecto de la habilidad de los investigadores (medida cuando éstos han concluido sus estudios de licenciatura); (ii) proponen modelos basados en teorías económicas, sociológicas y psicológicas; y (iii) emplean técnicas de modelización de ecuaciones estructurales (SEM). El primero de los estudios (Rodgers, 1989), se analiza la productividad de una muestra de psicólogos considerando tres puntos de vista: (i) económico, con las teorías de Capital Humano y Señalamiento; (ii) sociológico, mediante el modelo de Mérito y el de Ventaja Acumulativa; y (iii) psicológico, a través del modelo del Conocimiento del Trabajo y el empírico de Helmreich. Por su parte, en Maranto (1994) se comparan la Teoría del Capital

¹¹ Esto es lo que se conoce como 'efecto Matilda' (Rossiter, 1993).

¹² Introducido por Robert K. Merton (1968), el Principio de Mateo postula que los investigadores con mayor prestigio son los que reciben cada vez más reconocimiento.

¹³ En el Capítulo 4 se considera un modelo similar al propuesto por Lee Hansen (1978).

Humano con la de Ventaja Acumulativa para explicar la producción científica de investigadores en contabilidad. En cuanto al segundo de los trabajos (Maranto, 1994), su principal aportación respecto al anterior es el uso de modelos parcialmente híbridos al incorporar modelos de medida para algunas variables (Kline, 1998).

2.3 Teorías económicas sobre la productividad científica

Desde la perspectiva de la Economía, es posible explicar la productividad de los investigadores en base a dos teorías como son la del Capital Humano y la de Señalamiento. Asimismo, ambas permiten discernir cuáles son los efectos, directo y/o indirecto, que tiene la habilidad sobre la productividad. La descripción de ambas, así como las hipótesis correspondientes se presentan en los dos apartados siguientes.

2.3.1 Teoría del Capital Humano

Desde que Becker (1964) planteara los postulados de esta teoría, muchas han sido las aplicaciones que se han hecho en diferentes contextos. Así, para el caso de la productividad científica algunos investigadores la han empleado con relativo éxito para ver como ésta evoluciona a lo largo del ciclo de vida del investigador (Diamond, 1986; Weiss, 1982; Levin, 1991 y Siow, 1994).

Según esta teoría, la educación se contempla como una inversión de tal modo que si un individuo decide continuar formándose es porque el coste de hacerlo es inferior al rendimiento que espera obtener tras esa formación. Según lo anterior, el individuo decide formarse hasta que el coste marginal asociado a un periodo adicional de formación, es igual al beneficio marginal que espera obtener. Puesto que la formación permite adquirir conocimiento relevante, existe una influencia directa de ésta respecto de la productividad. Además, como los individuos más hábiles suelen ser los más productivos y los que más aprenden, se tiene una doble relación de la habilidad con la productividad, esto es, de modo directo, y de modo indirecto via formación. La posibilidad de aplicar esta teoría a la formación de investigadores, a través de las estancias en el extranjero, está justificada por el hecho de que éstas son un modo *training on the job* y, por tanto, un tipo de Capital Humano.

Las ecuaciones asociadas a la Teoría del Capital Humano son las siguientes,

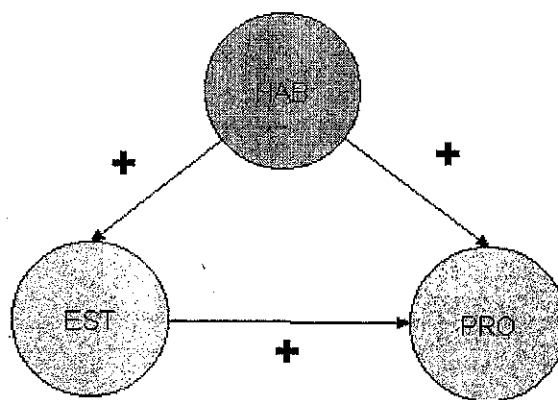


Figura 2-1: Modelo de Capital Humano para la identificación del efecto de la Formación Postdoctoral

$$EST = f(HAB) \quad (2.1)$$

$$PRO = g(EST, HAB) \quad (2.2)$$

Es decir, la habilidad (HAB) de los individuos influye sobre la calidad de la formación que éstos reciben durante su formación postdoctoral (EST), así como directamente sobre la productividad (PRO). Por su parte, ésta también se ve influida por la calidad de la formación (EST).

Las hipótesis para el modelo de Capital Humano son las que siguen a continuación:

Hipótesis 1.1: Existe una relación positiva entre las habilidades y la calidad de la formación recibida por el individuo.

Hipótesis 1.2: Existe una relación positiva entre las habilidades y la productividad.

Hipótesis 1.3: Existe una relación positiva entre la calidad de la formación y la productividad.

La Figura 2.1 representa las hipótesis anteriores

Las ecuaciones correspondientes a las hipótesis de la Teoría del Capital Humano se encuentran en el Apéndice de este Capítulo.

2.3.2 Teoría del Señalamiento

En contraposición a la Teoría del Capital Humano, se emplea la del Señalamiento (*screening*). Según esta teoría, la habilidad es el factor principal de la productividad de los individuos. Sin embargo, puesto que la habilidad no es observable directamente, los individuos invierten en educación para que ésta sirva de señal y así optar a los mejores trabajos. Además, cuanto más capacitado está el individuo, más habilidad (conocimiento) tiene y menor es el coste marginal de la formación. Esta relación inversa induce una correlación positiva entre habilidad y nivel de la formación recibida. Por tanto, bajo este supuesto, la formación no incide directamente sobre la productividad sino que lo hace a través de la habilidad de los individuos.

Según esta teoría la habilidad HAB determina la calidad de la formación recibida, EST que a su vez incide sobre la productividad PRO ¹⁴. En este caso el modelo queda reducido a las ecuaciones siguientes.

$$EST = f(HAB) \quad (2.3)$$

$$PRO = g(EST) \quad (2.4)$$

Las hipótesis del modelo de Señalamiento son las siguientes:

Hipótesis 2.1: Existe una relación positiva entre las habilidades y la calidad de la formación.

Hipótesis 2.2: Existe una relación positiva entre la calidad de la formación y la productividad.

Ambas hipótesis se representan en la Figura 2.2.

Las ecuaciones correspondientes a las hipótesis de la Teoría del Señalamiento se encuentran en el Apéndice de este Capítulo.

¹⁴En realidad la calidad de la formación EST actúa como señal en el mercado de trabajo lo que implica que aquellos mejor formados son quienes consiguen trabajar en los mejores centros y departamentos. Esta variable, que algunos autores denominan 'Calidad del Primer Trabajo', no se observa en este estudio.

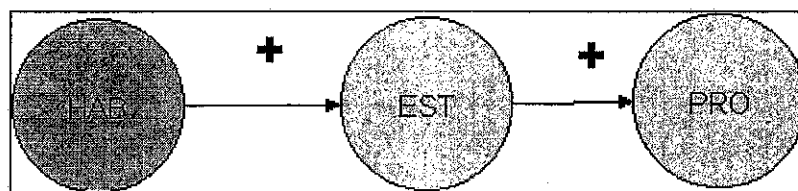


Figura 2-2: Modelo de Señalamiento para la Identificación de los Efectos de la Formación Postdoctoral

2.4 Metodología y datos

2.4.1 Metodología

La especificación de los modelos se plantea mediante sistemas de ecuaciones simultáneas, para estimar tanto los parámetros como los estadísticos de ajuste se ha utilizado el programa estadístico EQS (Bentler, 1995). Además, dado que existen dos indicadores para la variable **habilidad**¹⁵ y sólo uno para el resto de variables consideradas en los diferentes modelos, se ha adoptado una especificación de modelos parcialmente híbridos. Ello supone que se incluye un modelo de medida para la variable latente HAB, en los modelos estructurales en los que el resto de variables sólo tiene un indicador¹⁶.

La metodología de modelización de ecuaciones estructurales (*Structural Equation Modeling*), engloba los modelos en ecuaciones simultáneas con variables observadas, también conocido como *path analysis*, junto con los modelos de medida o análisis factorial confirmatorio (*Confirmatory Factor Analysis*) que permiten estimar variables latentes. Asimismo, la combinación de ambas técnicas da lugar a modelos denominados híbridos. Esta metodología se ha considerado apropiada debido fundamentalmente a dos razones: a) los modelos teóricos se plantean en términos de ecuaciones simultáneas y b) se dispone de más de una variable observada (indicador) para la habilidad, lo que permite construir las correspondientes variables latentes mediante el análisis factorial confirmatorio.

¹⁵ Al considerar como habilidad la que tienen los investigadores cuando han concluido su formación predoctoral se van a emplear la productividad en términos cuantitativos (número de artículos/año) y en términos cualitativos (factor de impacto).

¹⁶ Este tipo de modelos está entre los híbridos -en el que se dispone de más de un indicador para cada una de las variables- y los modelos de *path analysis* -un solo indicador para cada variable.

Tabla 2.1: Población y muestra para el escenario 1

Grupo	N (%)
Población	1679
Muestra	419 (100)
Total respuestas	267 (63.72)
Con Curriculum Vitae	228 (54.41)
Con Curriculum Vitae C.Exp.	200 (47.73)

2.4.2 Datos

Los datos que se emplean en este estudio proceden de la encuesta realizada en 1994 para la Evaluación del Subprograma de Becas Postdoctorales MEC-Fleming¹⁷ (García Romero, 1996). Dicha encuesta estaba dirigida a investigadores que habían solicitado alguna beca postdoctoral para la realización de una estancia en el Reino Unido durante el período 1985-1992. El número de casos válidos era de 1679 de los cuales se enviaron cuestionarios a una muestra de 419 seleccionada aleatoriamente (Tabla 2.1).

La respuesta al cuestionario fue realizada por 267 individuos, de los cuales 228 enviaron, además, su curriculum vitae, a partir de los cuales se ha obtenido información muy fiable. Finalmente, se eliminaron del grupo anterior a los investigadores en Ciencias Sociales y Humanidades puesto que constituyen un grupo muy pequeño (28) por lo que el grupo que se considera en este estudio está constituido por 200 individuos, lo que supone un error en las estimaciones en torno al 4% (Ver Apéndice técnico para los detalles del muestreo).

En relación con estudios similares, la encuesta realizada para este estudio presenta algunas ventajas entre las que cabe destacar las siguientes.

¹⁷ Durante este período existían dos subprogramas que ofrecían becas. El primero es el MEC-Fleming que representa el 56% de las solicitudes y el 58% de becas. Se trata de un programa específico para el Reino Unido y co-organizado por el Ministerio de Educación y Ciencia y el British Council. En cuanto al segundo, el denominado Programa General, es un programa que otorga becas para distintos países, entre los cuales está el Reino Unido. Si bien ambos son muy similares, existe una diferencia sustancial entre ambos ya que el MEC-Fleming se consideraba de mayor nivel pues las becas eran concedidas a los mejores candidatos, quedando el programa general para los que no eran aptos para el primer programa. Este hecho permite establecer una variable que diferencia la estancia en relación con su nivel.

1. Se considera no sólo a quienes disfrutaron de la estancia, sino también a quienes no les fue concedida la ayuda, lo que permite contrastar el efecto de la misma, así como estudiar los determinantes de la concesión de la ayuda.
2. Se incluyen preguntas sobre la trayectoria profesional tras la estancia, así como datos sobre los ingresos anuales. Esta información permitirá realizar un estudio similar a éste en el que se trate de explicar el efecto de la formación postdoctoral en la carrera profesional de los investigadores, lo cual se hará en un trabajo posterior.
3. Al solicitar el *Curriculum Vitae* de los encuestados se consiguieron datos muy fiables sobre la productividad y carrera profesional. Este procedimiento, constituye una novedad en este tipo de estudios.

Variables e indicadores

Las variables que han sido introducidas en las ecuaciones anteriores y cuyas relaciones vienen justificadas por las diferentes teorías no son, sin embargo, observables directamente. Quiere esto decir que lo que se entiende por habilidad del individuo es, en realidad, una variable latente y de modo similar ocurre con la formación o la productividad científica. Por ello se ha de trabajar con indicadores¹⁸. Esto supone una dificultad adicional, debido a la escasez de las fuentes de datos, el sesgo existente entre las diferentes disciplinas o la subjetividad en el caso de los indicadores basados en las respuestas de los individuos, etc. A continuación se presentan los indicadores (i.e. variables observadas) relacionadas con la productividad, la formación postdoctoral y las habilidades.

Indicadores de la productividad (PRO) La actividad investigadora presenta distintas facetas que dan lugar a resultados de diferente naturaleza. En particular, merece la pena diferenciar entre artículos que han sido publicados en revistas incluidas en el Science Citation Index (*PISID*) frente a los publicados en revistas ajenas a este índice (*PNISID*), dado que,

¹⁸En Martin e Irvine 1983 se justifica el carácter parcial de los indicadores que se emplean para medir la actividad e impacto científicos, por lo que se recomienda que se empleen varios indicadores para cada variable. Por otra parte en Martin (1996) se presentan las conclusiones de un estudio que demuestra que en la mayoría de los casos sólo se emplean uno, o, a lo sumo, dos indicadores para cada variable.

en principio, se trata de publicaciones menos exigentes¹⁹. Por este motivo, y puesto que se dispone de datos fiables obtenidos a partir de los *curricula*, se han clasificado los indicadores de productividad en los tres grupos siguientes:

Productividad 1: Artículos publicados en revistas científicas incluidas en el ISI (PISID).

Productividad 2: Artículos publicados en revistas científicas no incluidas en el ISI (PNISID).

Productividad 3: Factor de impacto de las revistas ISI (FID)

De todos ellos, los más empleados en estudios similares son los artículos en revistas incluidas en el SCI, debido a la posibilidad de disponer de indicadores de la calidad, como es el caso de las citas y el factor de impacto²⁰. Como se ha argumentado anteriormente, las publicaciones en revistas no incluidas en el SCI, han de considerarse por separado, razón por la que se plantea un modelo para cada tipo de resultado. En este sentido, dado que el factor de impacto sólo lo tienen las revistas incluidas en el ISI²¹, esta variable sólo se incluye en los modelos de productividad ISI. Por último, las citas recibidas no se han considerado porque se trata de un estudio que abarca varias áreas científicas, para las que este indicador presenta sesgos de difícil corrección (Kostoff, 1997b; Schwartz, 1996 y Gardfield, 1996).

Además de los indicadores anteriores, existen otros que no se han tenido en cuenta en este estudio por diferentes motivos. Tal es el caso de la obtención de financiación (proyectos) que, si bien puede considerarse un tipo resultado intermedio, no es estrictamente científico²². En cuanto a la consideración de las contribuciones en congresos científicos, es preciso señalar

¹⁹El Institute for Scientific Information incorpora revistas en base a su impacto medido por las citas que reciben.

²⁰La característica fundamental de las bases de datos elaboradas por el ISI es la inclusión de las citas que reciben todos los artículos publicados en sus revistas. Ello les permite elaborar los factores de impacto a partir de la expresión $FI = \frac{C_{t+1} + C_{t+2}}{N_t}$ donde C_x y N_x son, respectivamente el número de citas recibidas por la revista y el número total de artículos publicados por la revista en el año x .

²¹Sin embargo, es preciso señalar que existen críticas al empleo de los factores de impacto para la evaluación de la investigación por parte de la comunidad investigadora (véase por ejemplo Seglen, PO, 1997)

²²En realidad es un indicador relacionado con la actividad pasada o *background* y por tanto presenta un sesgo de edad tal y como queda de manifiesto en los trabajos de Arora et al (1996) y Martanto et al (1994), donde emplean para formular un modelo basado en la teoría de la ventaja acumulativa.

que han sido poco empleadas en la literatura, debido posiblemente a que las comunicaciones en congresos relevantes acaban siendo artículos en revistas científicas, tal como se señala en Garvey (1971)²³. Otros indicadores, como por ejemplo las Tesis doctorales dirigidas, no se han considerado debido a la juventud de los individuos en la muestra. Algo similar sucede con las patentes o modelos de utilidad, los cuales tienen muy poco peso (sólo hay 2 en toda la muestra).

Indicadores de formación postdoctoral (EST). En primer lugar, es preciso considerar que en la muestra existen individuos que disfrutaron la estancia, frente a individuos que no lo hicieron. Por ello, en este trabajo se considera la etapa postdoctoral como la actividad desarrollada en el primer año siguiente a la obtención del grado de doctor, independientemente del entorno y país donde tenga lugar (universidad, empresa, España o extranjero). Esta situación, ha permitido definir una variable, denominada *EST*, que recoge la calidad de la estancia²⁴.

En segundo lugar, la estancia presenta varios factores que deberían medirse de modo independiente. Entre estos factores se encuentran la existencia de relaciones previas con el grupo donde se realiza la estancia, la calidad y prestigio del mismo, la duración de la estancia, el ambiente de formación de investigadores (Gelso, 1996) y el grado de integración del individuo en el grupo de acogida. La combinación de estas variables puede recoger con bastante fiabilidad la influencia de la estancia sobre la actividad investigadora posterior. Si bien todos los factores anteriores son medibles en un sentido amplio, no es posible emplear dichas medidas en todos los casos.

Así, por ejemplo, existe una medida de la calidad y prestigio del grupo de estancia basada en diversos estudios realizados en el Reino Unido en los que se han elaborado diferentes clasificaciones a diferentes niveles (grupos de investigación, universidades). El problema es que dichas clasificaciones no se han hecho para todas las áreas científicas y, en las que se han realizado, no se ha empleado la misma metodología²⁵. En el Capítulo III se desarrolla un procedimiento para

²³En este mismo trabajo también se especifica que en realidad sólo las comunicaciones a congresos basadas en un trabajo de 'calidad' acaban siendo en realidad artículos en revistas prestigiosas. Por este motivo, la consideración de todas las comunicaciones a congresos podría introducir cierto sesgo en los estimadores.

²⁴Las cuatro modalidades o niveles de la estancia, según esta variable son 1: no estancia; 2: estancias cortas; 3: estancia de un año con el programa MEC-General y 4: estancia de un año con el programa MEC-Fleming.

Como puede observarse las dos modalidades inferiores tienen menor duración y en cuanto a las dos modalidades superiores, se diferencian en el hecho de que el programa MEC-Fleming era considerado el más elitista y selectivo que el MEC-General.

²⁵En algunos casos se ha empleado sólo el *peer review* mientras que en otros se combina con indicadores o

estimar la calidad de los departamentos en una misma escala, lo que permite obtener nuevas variables que han sido empleadas en los Capítulos IV y V para enriquecer el análisis planteado en el presente Capítulo.

Finalmente, también sería interesante poder incluir una medida del grado de integración del investigador en el grupo receptor, para lo cual se pueden emplear dos variables obtenidas a partir de la encuesta. La primera de ellas es una pregunta que hace referencia a las actividades de carácter científico que se llevaron a cabo durante la estancia y la segunda es la que incide sobre las actividades que se llevaron a cabo tras la estancia. Lamentablemente, ambas cuestiones son de tipo multirrespuesta por lo que su tratamiento resulta complicado. Para su explotación será preciso emplear la metodología propuesta por Bartholomew (1998) mediante la que es posible obtener una variable cuantitativa o *score* a partir de este tipo de cuestiones.

Indicadores de habilidad de los investigadores al finalizar su doctorado (HAB). Para el caso de la habilidad se emplea la productividad predoctoral de los individuos²⁶ tanto en su vertiente cuantitativa (i.e. artículos), como en la cualitativa (i.e. factor de impacto). Existen dos razones por las cuales han sido elegidos estos indicadores: (i) se trata de medidas muy relacionadas con la actividad investigadora y, por tanto, con la habilidad necesaria para ser buen investigador; y, (ii) analizando la matriz de correlaciones entre las diferentes variables²⁷, se ha observado una correlación significativa entre ambas, lo que refleja una cierta convergencia y, por tanto, que se trata de medidas de la misma variable. Por tanto, los indicadores de habilidad son,

Habilidad 1: Artículos publicados en revistas incluidas en el ISI antes de realizar la estancia (PISIA)

Habilidad 2: Factor de impacto medio de las revistas antes de realizar la estancia (FIA)

Las ecuaciones del modelo de medida son las siguientes:

paneles de expertos.

²⁶De este modo la medida de la habilidad que se emplea, recoge tanto las habilidades propias de cada individuo como las adquiridas a través de la formación predoctoral.

²⁷Ver Tabla 3.

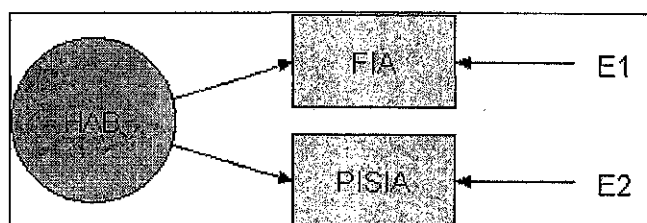


Figura 2-3: Modelo de CFA para la variable latente habilidad de los investigadores al concluir su doctorado (HAB)

$$PISIA = f_1(HAB) + \varepsilon_1 \quad (2.5)$$

$$FIA = f_2(HAB) + \varepsilon_2 \quad (2.6)$$

Nótese que un modelo de medida con sólo dos indicadores o variables observadas está subidentificado puesto que el número de observaciones es 3 y es preciso estimar 4 parámetros²⁸. No obstante, dado que el modelo de medida está integrado en otros modelos estructurales (formando así lo que se denomina modelos parcialmente híbridos), el problema de la identificación desaparece (Bollen, 1989; Kline, 1998). Gráficamente el modelo de medida anterior queda recogido en la Figura 2.3.

2.5 Resultados

2.5.1 Descripción de las variables

Las Tablas 2.2 y 2.3 presentan, respectivamente, la descriptiva y correlaciones de las variables empleadas en los modelos de Capital Humano y Señalamiento

²⁸El número de observaciones de un modelo estructural se obtiene mediante la expresión $\frac{\nu(\nu+1)}{2}$ donde ν es el número de variables observadas o indicadores. Los parámetros libres son, en este caso las varianzas de la variable latente así como de los errores y un *factor loading* dado que el otro se fija a 1.0 con objeto de darle una escala a la variable latente (Kline, 1998).

Tabla 2.2: Descripción variables de los modelos estimados en el escenario 1

Variable	Media	Std	Definición
<i>PISIA</i>	0.714	0.736	Art. ISI/año antes estancia
<i>FIA</i>	1.324	1.286	FI medio antes estancia
<i>EST</i>	2.460	1.181	Calidad estancia
<i>PISID</i>	1.628	1.607	Art. ISI/año después estancia
<i>FID</i>	1.841	1.854	FI medio después estancia
<i>PNISID</i>	0.644	1.003	Art. no ISI/año después estancia

Tabla 2.3: Matriz de correlaciones entre variables

	PISIA	FIA	EST	PISID	FID	PNISID
PISIA	1.000					
FIA	0.220	1.000				
EST	0.079	0.195	1.000			
PISID	0.410	0.101	0.173	1.000		
FID	0.159	0.535	0.185	0.172	1.000	
PNISID	0.004	-0.156	-0.039	0.149	-0.181	1.000

Puede observarse que tras la estancia hay un sensible incremento en la productividad de artículos publicados en revistas ISI, así como del factor de impacto medio de dichas revistas.

Destaca el hecho de que la variable PNISID presenta una correlación negativa con todas las variables excepto con PISID. Una interpretación intuitiva de estos resultados puede ser el hecho de que las publicaciones en revistas no incluidas en revistas en el SCI (ISI) son una práctica poco habitual entre los investigadores prestigiosos en ciencias experimentales.

2.5.2 Modelo de medida

El modelo de medida está subidentificado por estar construido sólo con dos indicadores (Bollen, 1989), por lo que no puede ser estimado de modo independiente aunque no hay problema si está integrado en un modelo más amplio como en este caso. En este sentido, conviene señalar que el uso de variables latentes frente a variables observadas mejora la precisión y robustez de los estimadores (Oliver, 1999). Los valores de los parámetros de cada indicador (*factor loadings*) son próximos a 1 y significativos, 0.79 para *FIA* y 0.75 para *PISIA*. lo que nos confirma la

Tabla 2.4: Ajuste de modelos de Capital Humano y Señalamiento para productividad ISI

Estadístico	Capital Humano	Señalamiento
χ^2	32.437 (2 df)	80.895 (4 df)
<i>NFI</i>	0.763	0.409
<i>NNFI</i>	-0.200	-0.516
<i>CFI</i>	0.760	0.394
<i>GFI</i>	0.943	0.872
<i>AGFI</i>	0.573	0.519
<i>RMSEA</i>	0.277	0.312
<i>AIC</i>	28.437	72.895
<i>CAIC</i>	19.851	55.722

convergencia de ambos indicadores en el factor que hemos denominado *HAB* y que representa la habilidad que tienen los investigadores cuando éstos concluyen el doctorado.

2.5.3 Modelos estructurales

Selección del mejor modelo

A continuación se presentan los estadísticos de ajuste²⁹ para los modelos estimados tanto para producción de artículos ISI (Tabla 2.4) como no ISI (Tabla 2.5). A la vista de los resultados anteriores, puede decirse que el **modelo que mejor ajusta los datos es el de Capital Humano**, tanto para ISI como no ISI, si bien se aprecia que el ajuste de la productividad ISI es sensiblemente peor que los correspondientes a los modelos no ISI. Este resultado implica que el efecto de la habilidad sobre la productividad científica tiene lugar tanto de modo directo, como de modo indirecto.

Se observa que el modelo de Capital Humano presenta mejores estadísticos de ajuste puesto ya que tiene menores χ^2 , *RMSEA*, *AIC* y *CAIC*, así como valores más próximos a 1 para *NFI*, *CFI*, *GFI* y *AGFI*.

²⁹En el Anexo de este Capítulo se incluye una descripción de los estadísticos de ajuste así como las claves de interpretación de los mismos.

Tabla 2.5: Ajuste de modelos de Capital Humano y Señalamiento para productividad no ISI

Estadístico	Capital Humano	Señalamiento
χ^2	0.934 (1 df)	6.676 (2 df)
<i>NFI</i>	0.979	0.853
<i>NNFI</i>	1.010	0.643
<i>CFI</i>	1.000	0.881
<i>GFI</i>	0.998	0.984
<i>AGFI</i>	0.985	0.919
<i>RMSEA</i>	0.000	0.109
<i>AIC</i>	-1.066	2.676
<i>CAIC</i>	-5.359	-5.910

Al igual que en el caso anterior, es el modelo de Capital Humano el que ajusta mejor los datos. Además, se aprecia que en ambos casos el ajuste es significativamente mejor que en el caso de las publicaciones ISI.

Contraste de hipótesis.

Una vez seleccionado el modelo de Capital Humano, se estiman los parámetros cuyos valores permiten cuantificar los efectos entre las variables. Los parámetros correspondientes al modelo de Señalamiento se incluyen en el Anexo de este Capítulo.

Modelo de productividad ISI. La Tabla 2.6. presenta los **coeficientes estandarizados**³⁰ para el modelo Capital Humano de la producción ISI. Se observa, que los signos de los coeficientes coinciden con la teoría (Ver hipótesis 1.1, 1.2, 1.3 en apartado 3.1).

Este tipo de ecuaciones permite descomponer el efecto total (*ET*) de la habilidad (*HAB*) sobre la productividad ISI (*PISID*), como suma de los efectos directo ($ED = \beta_{HAB \rightarrow PISID}$) e indirecto ($EI = \beta_{HAB \rightarrow EST} \cdot \beta_{EST \rightarrow PISID}$). De este modo se tiene que

$$ET = ED + EI = 0.225 + 0.283 \cdot 0.109 = 0.225 + 0.031 = 0.256$$

³⁰De este modo un parámetro β_{XY} se interpreta del modo siguiente: Si se produce un aumento en una desviación estándar en la variable exógena *X* la variable endógena aumentará (si es positivo) β_{XY} desviaciones típicas de *Y*. Por ello, el valor de estos coeficientes oscila entre 0 y 1.

Tabla 2.6: Modelo de Capital Humano para productividad ISI

Parámetro (β)	Hipótesis	Valor
$HAB \rightarrow EST$	+	0.283* (2.780)
$HAB \rightarrow PISID$	+	0.225* (2.230)
$HAB \rightarrow FID$	+	0.558* (3.610)
$EST \rightarrow PISID$	+	0.109 (1.467)
$EST \rightarrow FID$	+	0.020 (0.265)
$PISID \rightarrow FID$	+	0.035 (0.482)
(*) Significativo al 95%		

A partir de estos resultados puede comprobarse que el ratio

$$\frac{ED}{EI} = \frac{\beta_{HAB \rightarrow PISID}}{\beta_{HAB \rightarrow EST} \cdot \beta_{EST \rightarrow PISID}} \approx 7.25$$

lo que permite decir que el principal factor determinante de la productividad es la habilidad de los doctores. Por otra parte, se tiene que alrededor del 70% de la productividad es consecuencia de esta dado que

$$PISID = 0.225 \times HAB + 0.109 \times EST + \varepsilon_i.$$

Los resultados anteriores permiten establecer comparaciones de los efectos de dos políticas complementarias como son: a) la mejora de la calidad de la estancia realizada con el mismo nivel de habilidades y b) la mejora de la habilidad de los investigadores con el mismo nivel de estancia. En la Tabla 2.7 se presentan los efectos sobre la productividad de ambas medidas.

Se observa que tiene el mismo efecto una mejora en una desviación típica en la habilidad de los investigadores que una mejora en 2,35 desviaciones típicas en la calidad de la estancia. Ello implica que resulta más efectivo mejorar el nivel de habilidad de los que disfrutaban las estancias que mejorar la calidad de estas para el mismo nivel de habilidades de los doctores.

Tabla 2.7: Simulación del efecto de dos políticas alternativas sobre la productividad ISI

Política	Efecto sobre productividad ISI
(1) EST +1	0.109
(2) HAB +1	$0.225 + 0.031 = 0.256$
(1) Mejora de la estancia manteniendo constante la habilidad de los doctores	
(2) Mejora de la habilidad de los doctores manteniendo constante la estancia	

Tabla 2.8: Modelo Capital Humano para productividad no ISI

Parámetro (β)	Hipótesis	Valor
$HAB \rightarrow EST$	+	0.241* (3.487)
$HAB \rightarrow PNISID$	-	-0.174* (-2.414)
$EST \rightarrow PNISID$	+	0.04 (0.052)
* Significativo al 95%		

Modelo de productividad no ISI. La Tabla 2.8 recoge los parámetros estandarizados para el modelo de Capital Humano de la productividad no ISI. Al igual que en el caso anterior se observa una coherencia entre los signos de los coeficientes y las hipótesis de la teoría (Ver hipótesis 1.1, 1.2, 1.3 en apartado 3.1). En este caso, al no ser significativo el parámetro del efecto directo de la estancia sobre la productividad ($\beta_{EST \rightarrow PNISID} = 0$), se tiene que $ET = ED + EI = -0.174 + 0$. Por lo tanto, a mayor nivel de habilidades tras el doctorado, se observa un menor nivel de productividad no ISI³¹.

2.6 Conclusiones

El estudio del impacto que la formación de los investigadores tiene sobre la productividad científica tiene gran interés para la planificación de políticas de Ciencia y Tecnología. Sin embargo, no hay muchos trabajos en los que se aborde el problema de modo riguroso y con

³¹ Este resultado es coherente con la idea intuitiva de que los mejores investigadores son quienes menos publican en revistas no ISI.

datos fiables.

El enfoque adoptado en este trabajo, basado fundamentalmente en Rodgers (1989) y Maranto (1994), constituye una novedad en cuanto a formación postdoctoral se refiere y aporta resultados que indican tanto la idoneidad de la metodología, basada en modelización de ecuaciones estructurales, como en la validez de los indicadores empleados. No obstante, es preciso señalar que conviene eliminar las numerosas deficiencias apreciadas en los datos debido a que distorsionan los resultados. Algunas de éstas se eliminan en los Capítulos IV y V.

Los resultados muestran, en primer lugar, que la Teoría del Capital Humano explica mejor la producción científica que la Teoría del Señalamiento lo cual se traduce en que el efecto de la habilidad sobre la productividad científica es significativo. Asimismo, también es preciso señalar que los modelos presentan un mejor ajuste cuando se trata de explicar la producción científica de artículos en revistas no incluidas en el ISI. En segundo lugar, los valores de los parámetros permiten comparar cuáles serían los efectos de dos políticas alternativas como son la mejora de la habilidad de quienes disfrutan las estancias, frente a la mejora de las estancias realizadas, siendo más efectiva la primera. Las medidas que podrían tomarse en este sentido pueden ser las siguientes:

- a) Implantación de una normativa que garantice la calidad de los programas de doctorado de modo que sólo los que cumplan dichas normas puedan formar nuevos doctores.
- b) Mejora del proceso de selección de candidatos a estancias postdoctorales.

En cuanto a futuras líneas de investigación se proponen, entre otras, las siguientes:

- Obtener una nueva variable para la formación postdoctoral, que recoja el grado de integración del becario en el grupo de estancia. Para obtenerla será preciso emplear la metodología propuesta por Bartholomew (1998) para la obtención de variables cuantitativas a partir de preguntas multirrespuesta.
- Estudiar la no respuesta para determinar si ésta ha sido aleatoria MAR (*missing at random*), aleatoria MCAR (*missing completely at random*) o sistemática.
- Homogenizar los indicadores para las diferentes disciplinas científicas, para lo cual es preciso desarrollar una metodología a partir de los escasos métodos desarrollados previamente

(Schubert, 1996; Kostoff, 1997 y Schwartz, 1996).

- Plantear dos nuevos estudios, siguiendo un esquema similar, para determinar el efecto que la estancia postdoctoral sobre dos aspectos tan importantes como son la colaboración científica y la carrera profesional de los investigadores.

2.7 Anexo

2.7.1 Población y muestra

Respecto a la determinación de la población, es preciso hacer una serie de consideraciones. En primer lugar, puesto que para el estudio la unidad de observación es el solicitante y no la solicitud y un mismo individuo puede presentar varias solicitudes durante el periodo estudiado, surge el problema de la existencia de observaciones repetidas, situación que se conoce como *marco imperfecto*. Para entender mejor el problema, considérese la situación en la que un individuo A ha solicitado beca en k convocatorias al subprograma MEC-Fleming, habiéndole sido denegada $k - 1$ veces y concedida en 1 ocasión. Obviamente, este individuo debe ser considerado como becario del subprograma MEC-Fleming y todas las demás solicitudes correspondientes al individuo A deben ser ignoradas, pues de lo contrario se cometería un error importante.

Procedimiento de muestreo:

1. No puede haber dos o más solicitudes de un mismo individuo en la muestra.
2. En el caso de seleccionarse a un individuo con varias solicitudes en distintos años se daban las siguientes situaciones
 - Si todas las solicitudes habían sido denegadas o concedidas se mantenía el registro seleccionado de denegado.
 - Si alguna de las solicitudes tuvo éxito, pero el individuo fue seleccionado como denegado, se cambiaba el registro seleccionado por el equivalente de concedido, puesto que sería absurdo considerar a ese individuo como si no hubiese disfrutado beca alguna.

Este procedimiento de muestreo puede considerarse como aleatorio simple sin reposición.

Ficha técnica

Universo: solicitudes a los programas MEC-Fleming y General entre los años 1985-1992. Población: solicitudes no repetidas $N=1679$. Muestra: seleccionada mediante el procedimiento descrito anteriormente $n=419$. Error: 3% para proporciones de datos globales. Nivel confianza: 95% con $p = q = 0,5$ (caso más desfavorable) Distribución: aleatoria. Técnica: encuesta postal. Trabajo campo: 1-10-94 al 15-1-95.

2.7.2 Deficiencias de los datos

Los datos que se emplean en este estudio presentan deficiencias que es preciso corregir antes de la utilización de los mismos en la elaboración de modelos. En este sentido es preciso señalar la mayoría de los trabajos revisados bien no consideran estos defectos o bien los señalan pero no los corrigen por lo cual el tratamiento que se plantea continuación constituye una novedad en este tipo de estudios. Los principales problemas así como las soluciones adoptadas se presentan a continuación.

- Primero, existe un sesgo de edad en los individuos de la muestra puesto que está constituida por individuos que solicitaron y disfrutaron las estancias a lo largo de un periodo de siete años. Este sesgo se ha corregido basándose en el planteamiento que se hace en García-Romero (1996) consistente en dividir los resultados científicos por los años transcurridos para cada individuo.
- Segundo, existe un posible sesgo de especialidad que afecta a la mayoría de indicadores o variables observadas³² y para eliminarlo se plantean dos alternativas. La primera consiste en no alterar los datos apoyándose en el hecho de que existe una distribución similar de especialidades según los tipos de estancia³³. La segunda, consiste en la eliminación del sesgo en cada indicador (Schubert, 1996; Kostoff, 1997 y Schwartz, 1996).

³²Este sesgo está presente fundamentalmente en indicadores bibliométricos, pero también en captación de recursos y, algo menos en congresos.

³³El valor de la χ^2 correspondiente a la tabla de contingencia (EST vs Especialidad) es de 20,9 ($p=0.78$), mientras que el coeficiente de correlación de Pearson vale 0.01.

- Tercero, no existe normalidad multivariante de los datos³⁴ lo cual se cumple en la mayoría de los indicadores de carácter bibliométrico (Haitun, 1982a, 1982b y 1982 c). Ello constituye un problema mayor cuando se utilizan técnicas estadísticas basadas en la regresión para las que se exige la normalidad de las variables³⁵. Para resolver el problema, existen diferentes estrategias (West, 1995) como son: a) la estimación por métodos que asumen la normalidad (MV) y posterior corrección de los contrastes de significación (Satorra, 1994); b) empleo de métodos de estimación libres (ADF) que no asumen la normalidad de los datos si bien en este caso son precisos un número de observaciones muy superior; c) la transformación de las variables mediante funciones (ln, raíz cuadrada, etc); d) el uso de técnicas de remuestreo (*bootstrap*) que permiten estimar el posible sesgo de los estimadores y, finalmente e) eliminar valores atípicos sustituyéndolos por valores simulados. Evidentemente, cada una de las soluciones anteriores puede dar lugar a resultados distintos por lo que resulta interesante su comparación, lo que se hará en trabajos posteriores.
- Cuarto, la falta de respuesta parcial que da lugar a lo que se denomina como 'datos contaminados' (Horowitz, 1995 y 1998). Para resolverlo se ha de estimar si el patrón de valores perdidos es MAR, MCAR³⁶ o sistemático para, posteriormente, imputar nuevos valores (Bollen, 1989; Kline, 1998). En este caso, se ha podido comprobar que el problema de valores perdidos no es grave para las variables que se están considerando en este estudio (menos del 2% de los datos) por lo que se ha procedido a la imputación por el procedimiento de media de grupo empleando como variable de agrupación el tipo de estancia realizado.
- Por último, el escaso tamaño muestral (200), debido en parte a la falta de respuesta total puede generar problemas de significación así como de sesgos en los parámetros y estadísticos³⁷. Un modo de resolverlo, puede ser mediante el uso de técnicas de remuestreo como el conocido procedimiento de *bootstrap*.

³⁴El valor de la R de Mardia es de 97.42 lo que indica una fuerte curtosis multivariante Bentler (1995).

³⁵No hay que olvidar que muchas de estas variables son datos de recuento y por tanto responden a distribuciones truncadas.

³⁶MCAR: *missing completely at random*. MAR: *missing at random*.

³⁷No obstante, una muestra de 200 individuos permite estimar con garantías alrededor de 20 parámetros, por lo que no es preocupante este aspecto.

2.7.3 Ecuaciones de los modelos

Las ecuaciones que se derivan de la Teoría del Capital Humano, incorporando las ecuaciones de la variable latente HAB son las siguientes:

Modelo de medida para la habilidad (HAB)

$$PISIA = \lambda_1 HAB + \varepsilon_1 \quad (2.7)$$

$$FIA = \lambda_2 HAB + \varepsilon_2 \quad (2.8)$$

Modelo estructural para publicaciones ISI ($PISID$)

$$EST = \beta_1^{HC} HAB + \xi_1^{HC} \quad (2.9)$$

$$PISID = \gamma_1^{HC} EST + \beta_2^{HC} HAB + \xi_2^{HC} \quad (2.10)$$

$$FID = \gamma_2^{HC} EST + \gamma_3^{HC} PISID + \beta_3^{HC} HAB + \xi_3^{HC} \quad (2.11)$$

Modelo estructural para publicaciones no ISI ($PNISID$)

$$EST = \beta_1^{HC'} HAB + \xi_1^{HC'} \quad (2.12)$$

$$PNISID = \gamma_1^{HC'} EST + \beta_2^{HC'} HAB + \xi_2^{HC'} \quad (2.13)$$

Por su parte, las hipótesis de la Teoría del señalamiento o *screening* quedan recogidas en las ecuaciones siguientes:

Modelo de medida para la habilidad (HAB)

$$PISIA = \lambda_1 HAB + \varepsilon_1 \quad (2.14)$$

$$FIA = \lambda_2 HAB + \varepsilon_2 \quad (2.15)$$

Modelo estructural para publicaciones ISI ($PISID$)

$$EST = \beta_1^{SC} HAB + \xi_1^{SC} \quad (2.16)$$

$$PISID = \gamma_1^{SC} EST + \xi_2^{SC} \quad (2.17)$$

$$FID = \gamma_2^{SC} EST + \gamma_3^{SC} PISID + \xi_3^{SC} \quad (2.18)$$

Modelo estructural para publicaciones no ISI (*PNISID*)

$$EST = \beta_1^{SC'} HAB + \xi_1^{SC'} \quad (2.19)$$

$$PNISID = \gamma_1^{SC'} EST + \xi_2^{SC'} \quad (2.20)$$

Los superíndices *HC* y *SC* hacen referencia a los parámetros para los modelos de Capital Humano y Screening respectivamente. Los parámetros λ representan los *factor loadings* dados por el análisis factorial confirmatorio; los β y γ son los coeficientes de *path* que indican el efecto directo de variables exógenas y endógenas respectivamente; finalmente ε y ξ representan los términos de error.

2.7.4 Estadísticos de ajuste

Existen decenas de índices de ajuste de los modelos que permiten evaluar y comparar los diferentes modelos desde una perspectiva multicriterio. De todos, en este estudio se han seleccionado algunos de los más empleados en trabajos similares que se describen a continuación.

En primer lugar se considera el estadístico de χ^2 , también conocido como G^2 y refleja simultáneamente el tamaño muestral y el valor de la función de ajuste máximo verosímil minimizada. Se distribuye como una χ_p^2 siendo la diferencia entre observaciones (ν) y parámetros. Lo que mide es la significación de la diferencia de ajuste del modelo saturado (0 grados de libertad), frente al modelo que se analiza. De este modo si su valor está por debajo del valor esperado, ello indica que su ajuste no es peor que el del modelo saturado, por lo tanto son deseables valores bajos y no significativos de este estadístico. No obstante, y pese a que se incluye en la mayoría de informes de ajuste de modelos, este estadístico presenta limitaciones entre las que

Tabla 2.9: Modelo de Señalamiento para productividad ISI

Parámetro (β)	Hipótesis	Valor
$HAB \rightarrow EST$	+	0.241*
$EST \rightarrow PISID$	+	0.173*
$EST \rightarrow FID$	+	0.157*
$PISID \rightarrow FID$	+	0.154*
* Significativo al 95%		

cabe señalar dos. En primer lugar, no es un estadístico normalizado puesto que no se conoce su límite superior y, en segundo lugar, depende del tamaño muestral. Para tratar de evitar este problema, se suele emplear el ratio $\chi^2 : df$ según el cual el ajuste es bueno si no es superior a 5:1, aunque es deseable que sea 3:1.

En segundo lugar, se han considerado los estadísticos normalizados de la familia Bentler-Bonet, (NFI , $NNFI$ y CFI) y Joreskog-Sörbom (GFI y $AGFI$) basados en la χ^2 , pero con mejoras que le permiten eludir el posible sesgo debido al tamaño muestral presentan la ventaja adicional de ser normalizados por lo que valores próximos a 1 indicar un buen ajuste.

En tercer lugar, se considera un estadístico basado en la suma de residuos como es el $RMSEA$ que han de tomar valores próximos a 0 cuando el ajuste es bueno.

Por último, se incluyen dos estadísticos informacionales o de Akaike-Bozdogan $AIC = \chi^2 - 2 df$ y $CAIC = \chi^2 - \ln(N + 1) df$, los cuales permiten comparar modelos no anidados con diferente grado de complejidad de tal modo que el mejor modelo es el que presenta valores menores de dichos estadísticos.

2.7.5 Estimadores de los modelos de Señalamiento.

De manera análoga las Tablas 2.9 y 2.10 recogen los resultados para los modelos de Señalamiento tanto para la producción ISI como para la no ISI.

Se aprecia coherencia de los signos con las hipótesis de la teoría (Ver hipótesis 2.1 y 2.2 en apartado 3.2). Si se compara con el modelo de la producción no ISI (Tabla 2.10) se concluye que la calidad de la estancia es un determinante de las publicaciones de calidad y no así de las

Tabla 2.10: Modelo Señalamiento para productividad no ISI

Parámetro (β)	Hipótesis	Valor
$HAB \rightarrow EST$	+	0.241*
$EST \rightarrow PNISID$	-	-0.038
* Significativo al 95%		

publicaciones no ISI. Al igual que ocurría con el modelo de Capital Humano, el efecto de la calidad de la estancia sobre la productividad no ISI no es significativo.

Capítulo 3

Estimación de la Valoración del Prestigio Investigador mediante Indicadores Bibliométricos

3.1 Introducción

En este capítulo se propone una metodología para obtener indicadores del prestigio investigador de los departamentos¹ españoles en la misma escala que se usa en el Reino Unido para elaborar el *Research Assessment Exercise*. Con ello se persigue cubrir dos objetivos: (i) disponer de indicadores de la calidad de departamentos que permitan elaborar modelos de productividad científica más complejos que los presentados en el capítulo II; y (ii) contribuir al debate acerca de la relación entre las evaluaciones basadas en expertos (cualitativas) y las que se elaboran en base a indicadores (cuantitativas).

El *Research Assessment Exercise (RAE)* consiste en una valoración de la investigación realizada en departamentos universitarios, centros de investigación públicos y hospitales. Hasta ahora se han realizado tres ediciones (1986, 1991 y 1996) y se está terminando la cuarta que verá la luz en 2002. Su principal objetivo es ofrecer información de cuáles son los departamentos que destacan por su capacidad investigadora en el Reino Unido, tanto a responsables de la política

¹En la denominación departamentos están incluidos también otros centros de investigación como puedan ser los Institutos del CSIC, Hospitales y Centros de investigación de carácter público.

de investigación, como a estudiantes de pre y postgrado. Se lleva a cabo a partir de la opinión de expertos agrupados en un total de 60 paneles que deben evaluar 69 disciplinas diferentes².

Su implantación parece haber sido satisfactoria, tanto para la comunidad científica como para los políticos. No obstante, existen estudios que cuestionan su utilidad (Oppenheim, 1995) así como su fiabilidad (Coupé, 2001a) dado que es posible realizar evaluaciones que ofrecen resultados similares mediante procedimientos mucho más simples, como es un recuento de citas para cada departamento (Oppenheim, 1997).

El procedimiento para obtener la valoración de los departamentos no británicos en la misma escala del RAE está basado en dos resultados previos que son (i) el uso de modelos hedónicos para la estimación de la calidad de los programas de doctorado en Estados Unidos (Ehrenberg y Hurst (1998) y (ii) la relación existente entre el número de citas que recibe una institución y el número de artículos que publica (Katz, 1999).

Para realizar este análisis se dispone de las fuentes y datos siguientes: (i) a partir del RAE de 1996 (<http://www.rae.ac.uk>) se ha obtenido la valoración de los diferentes departamentos del Reino Unido en trece áreas científicas (de un total de 34 especialidades)³; (ii) a partir de Econlit se obtienen los datos de los artículos publicados por cada departamento de Economía durante los años 1993,94 y 95; y (iii) del *Science Citation Index*, se han obtenido los datos correspondientes a la producción científica de los departamentos en las doce áreas restantes.

Con esta información se han planteado dos estudios similares en los que se contrasta la relación entre la valoración RAE y la productividad de cada departamento. El primero de ellos, se realiza con los departamentos de Economía para los que se dispone de la información completa acerca de su productividad (*Econlit* recoge información de las 600 revistas más representativas de este área). Dado que, además, para el caso de la Economía, se dispone de diferentes criterios de ponderación de la calidad de las revistas⁴, se han elaborado distintos indicadores. Ello permite contrastar cuál de ellos es el que mejor explica la valoración de cada departamento tiene en el RAE. El segundo análisis, se lleva a cabo con el resto de disciplinas, para las cuales

²Además del RAE, existen ejercicios similares que son llevados a cabo tanto en el Reino Unido, como en otros países con diverso grado de aceptación. Algunos ejemplos son el ranking de universidades británicas elaborado por el diario *The Times* (<http://www.thes.co.uk>) similar al realizado por la revista *USNews* para el caso de Estados Unidos. En ambos, se tiene en cuenta la investigación, la docencia y la carrera profesional de los egresados.

³Las áreas consideradas en este estudio son Física, Química, Biología, Biotecnología, etc. y Economía.

⁴Ver Capítulo VI.

se dispone de los artículos publicados por cada institución en aquellas revistas recogidas en el *Science Citation Index* en las que se haya publicado el 50% de los artículos del total de dicha especialidad. Por tanto, no se tiene una información tan exhaustiva como la del caso del primer estudio para el área de Economía⁵.

Los resultados muestran, en primer lugar, que, para el caso de los departamentos de Economía, la valoración RAE puede explicarse de modo bastante satisfactorio a partir del número total de publicaciones. En segundo lugar, para el caso de las doce áreas restantes agregadas se comprueba que es amisible la existencia de una ley de potencia aunque no se dispone del número total de publicaciones realizadas por cada departamento. Finalmente, cuando se analizan las doce disciplinas por separado, los resultados obtenidos apuntan hacia la existencia de diferencias estructurales entre disciplinas. Este resultado, no obstante, no contradice lo observado por Katz (1999) puesto que dicho autor considera datos desagregados por áreas⁶ y coincide con lo observado por Hodges (1996) y Ehrenberg (1998).

El resto del capítulo está organizado del modo siguiente. En la sección 2 se describen las líneas generales del RAE. La sección 3 está dedicada a la descripción de los datos y la metodología. En el apartado 4 se presentan los resultados obtenidos, primero los correspondientes a Economía y, a continuación, los del resto de disciplinas. Finalmente, la sección 5 recoge las conclusiones así como las futuras líneas de investigación. Además se presenta un Anexo en el que se ofrece una ilustración de como elaborar índices de calidad departamental (en Economía) para ayudar a la inserción profesional de los jóvenes investigadores.

3.2 Evaluación del prestigio investigador de un departamento

Tal y como se especificó en el Capítulo I, la evaluación de la investigación en general, y de la calidad investigadora de los departamentos, en particular, puede abordarse tanto cualitativamente (opinión de expertos) como cuantitativamente (indicadores). En esta sección se presenta

⁵Una de las principales ventajas que tiene trabajar con bases de datos especializadas en disciplinas científicas es la posibilidad de disponer de información completa de la producción científica de cada departamento. Como se conoce, las bases de datos del ISI, al ser multidisciplinarias realizan una cobertura parcial de las revistas de cada disciplina.

⁶Además, la heterogeneidad entre distintas áreas en cuanto a la relación existente entre productividad y valoración RAE se refiere es compatible con el hecho de que en cada disciplina existe una diferente "cultura" que puede justificar tales diferencias.

el procedimiento seguido en el RAE como ejemplo de una evaluación cualitativa. Para el caso de las evaluaciones cuantitativas, lo usual es recoger el número de publicaciones, citas, etc. de un departamento. En ocasiones dichos indicadores se emplean para elaborar rankings como los presentados en el Anexo del presente Capítulo. Por otra parte, teniendo en cuenta que resulta apropiado emplear los dos tipos de evaluaciones de modo conjunto, también se detallan los resultados más significativos que han tratado el problema de la integración de ambas.

3.2.1 Evaluación cualitativa: El Research Assessment Exercise (RAE)

El procedimiento seguido para la realización del RAE comienza con la obtención de información de cada departamento relativa al periodo transcurrido desde la anterior edición del RAE. Esta información se organiza en tres grupos que son: a) resultados generados (publicaciones, patentes, informes, etc); b) financiación obtenida y c) la formación de nuevos investigadores⁷. Posteriormente se elabora un informe de cada departamento que se proporciona a los expertos que forman parte de cada panel, quienes deciden sobre el uso que le dan a la misma. Finalmente, cada panel debe clasificar a todos los departamentos de su especialidad en una escala ordinal de 7 niveles que se describe en el Cuadro 3.1⁸. A lo largo de sus cuatro ediciones se han ido realizando modificaciones, tanto de la metodología como de la información que se recaba.

⁷No obstante, la información obtenida no es exhaustiva puesto que no cubre la actividad de todos los miembros de cada departamento.

⁸Tanto los datos recabados de cada departamento, como su valoración se encuentra disponible en Internet en la dirección <http://www.rae.ac.uk> donde también existe extensa documentación sobre el procedimiento desarrollo del RAE

Cuadro 3.1. Descripción de los niveles de la escala empleada en el RAE

Nivel	Descripción
5*	Calidad de investigación equivalente a niveles de excelencia internacional en la mayoría de subáreas de actividad y a niveles de excelencia nacional en el resto.
5	Calidad de investigación equivalente a niveles de excelencia internacional en algunas subáreas de actividad y a niveles de excelencia nacional en casi todas las demás.
4	Calidad de investigación equivalente a niveles de excelencia nacional en casi todas las subáreas de actividad, existiendo alguna evidencia de excelencia internacional en alguna y al menos nivel nacional en la mayoría.
3a	Calidad de investigación equivalente a niveles de excelencia nacional en la mayor parte de las subáreas de actividad, o nivel internacional en algunas y nivel nacional en otras constituyendo entre ambas una mayoría.
3b	Calidad de investigación equivalente a niveles de excelencia nacional en la mayoría de las subáreas de actividad.
2	Calidad de investigación equivalente a niveles de excelencia nacional en aproximadamente la mitad de las subáreas de actividad.
1	Calidad de investigación equivalente a niveles de excelencia nacional en ninguna o prácticamente ninguna subáreas de actividad.

En el Cuadro 3.2 se presenta un ejemplo de la información que ofrece el RAE para el caso del área de Anatomía.

Cuadro 3.2. Ejemplo de RAE 1996

Unidad de Evaluación: 06 Anatomía	
Institución	Valoración
University of Birmingham	5*
University of Cambridge	5
University of Liverpool	5
Royal Free Hospital School of Medicine	5*
University of Nottingham	3b
University of Oxford	5
University College London	5*
University of Dundee	4
University of Edinburgh	2
University of Glasgow	3a
The Queen's University of Belfast	2
Fuente: RAE http://www.rae.ac.uk	

3.2.2 Relación entre las evaluaciones cuantitativa y cualitativa

La evidencia empírica pone de manifiesto la correlación entre las evaluaciones planteadas desde los puntos de vista cuantitativo y cualitativo (Moed, 1985, Anderson, 1978, Oppenheim 1995). Por ello, algunos trabajos se han centrado en desarrollar procedimientos que permitan establecer la relación entre la valoración cualitativa y los indicadores. Con ello se cubren una serie de necesidades como son (i) disponer de una estimación de la valoración de los expertos de modo permanente y a menor coste que el que supone una evaluación cualitativa⁹; (ii) disponer de un mecanismo de "control" de la evaluación cualitativa; y (iii) incorporar nuevas herramientas para la evaluación de la investigación como es el caso de los modelos hedónicos¹⁰.

⁹Por ejemplo se podrían llevar a cabo varias evaluaciones de este tipo a lo largo del periodo de 4 años que hay entre dos RAE.

¹⁰Ehrenberg (1998) muestran un ejemplo de cómo los coeficientes de los modelos hedónicos permiten identificar las variables que inciden en la calidad de los programas de doctorado en Estados Unidos.

A modo de ejemplo, a continuación se presentan dos ejercicios en los que se emplean indicadores cuantitativos para explicar la valoración cualitativa.

- En primer lugar, el estudio realizado por Hodges (1996) trata de encontrar un modelo que permita obtener la valoración RAE de cada departamento a partir de la información que suministran éstos. El principal resultado muestra que no es posible encontrar un modelo válido para todas las disciplinas conjuntamente, sino que es preciso construir uno diferente para cada una de ellas. Asimismo, se obtienen algunos resultados contraintuitivos posiblemente debidos a la escasa fiabilidad de los datos que recoge el RAE, los cuales proceden de las respuestas a un cuestionario por parte de algunos investigadores y no de la consulta de bases de datos tal y como sería recomendable. La necesidad de elaborar modelos para cada disciplina puede deberse a dos motivos: (i) la existencia de diferencias estructurales entre disciplinas y (ii) el uso que cada panel de evaluadores hace de la información cuantitativa de la que disponen¹¹.
- En segundo lugar, Ehrenberg y Hurst (1998) proponen el uso de modelos hedónicos para estimar la calidad de los programas de doctorado en Estados Unidos. Cada año, los programas de doctorado de todas especialidades que se imparten en las universidades de aquél país son evaluados por el *National Research Council* (NRC) mediante el procedimiento que se detalla en el Cuadro 3.3. Las características de cada programa de doctorado empleadas como variables explicativas son, entre otras, la productividad y su distribución interna medida por el índice de Gini, la financiación recibida, el ratio profesores/estudiantes, la duración media de la tesis. Una vez estimados los modelos, se concluye que existen diferencias estructurales entre las distintas especialidades. Estas diferencias no sólo se observan en los valores de los parámetros sino en las variables que son significativas para cada especialidad¹².

¹¹ Hay expertos que no tienen en cuenta los indicadores mientras que en áreas como la Ingeniería Eléctrica, los propios expertos del panel elaboran su modelo donde los coeficientes son ponderaciones determinadas por consenso para cada uno de los outputs.

¹² Uno de los usos más interesantes de estos modelos es la posibilidad de establecer comparaciones entre programas de doctorado y saber qué factores son los responsables de las diferencias existentes entre ellos.

Cuadro 3.3. Descripción de la evaluación de programas de doctorado por el NRC

El procedimiento de evaluación de los programas de doctorado es el siguiente: se realiza una encuesta a más de 1.500 expertos de todas las disciplinas a los que se les facilita una lista de 50 programas de doctorado de su especialidad, elegidos al azar de entre todos los existentes en EEUU. Cada uno de ellos debe ser valorado entre 1 y 5 y, con las opiniones de todos los encuestados, se obtiene la puntuación media de cada programa de doctorado. Las tablas con los datos correspondientes a cada programa se encuentran disponibles en <http://www.phds.org/rankings/>.

Puede ser muy interesante plantear modelos hedónicos similares para los departamentos del Reino Unido a partir de la valoración RAE; sin embargo, no se dispone de datos para la mayoría de variables consideradas en la aproximación de Ehrenberg y Hurst. En realidad, la única variable que ha podido medirse es la producción científica, a través del número de publicaciones de cada departamento. Por tanto, la pregunta que se plantea es en qué medida resulta suficiente esta variable para estimar la calidad de un departamento. El resultado que se presenta en el apartado siguiente permite responder afirmativamente a esta cuestión.

3.2.3 Prestigio y productividad. El efecto Mateo.

Esta relación, conocida como Efecto Mateo, ha sido estudiada por Katz (1999) a partir de los datos de las universidades y centros de investigación de varios países¹³. Se postula la existencia de una relación de potencia entre el número de artículos publicados y las citas recibidas donde, como consecuencia del Efecto Mateo, el exponente debe ser mayor que 1. La situación se recoge en la ecuación siguiente

$$C = AP^\lambda \quad (3.1)$$

$$\lambda > 1 \quad (3.2)$$

¹³Los países considerados son Reino Unido, Estados Unidos, Francia, Alemania, Canadá, Australia, Unión Europea y el global mundial.

donde P y C son respectivamente el número publicaciones de una institución¹⁴ y el de citas recibidas por éstas, mientras que A y λ son constantes. Los resultados obtenidos, muestran que tanto A como λ toman valores bastante similares cuando se consideran diferentes países o tipos de institución (Universidades, Hospitales, Centros públicos y empresas). Los valores de dichos parámetros son $A = 0,15$ y $\lambda = 1,27$ y $R^2 = 0.92$ ¹⁵.

La hipótesis que se quiere comprobar es la siguiente: puesto que el prestigio de una institución -medido en citas- se relaciona con el número de publicaciones, mediante una ley de potencia, cabe esperar que exista una relación similar cuando se usa la valoración en el RAE (RAE) como indicador del prestigio.

Formalmente, de modo análogo a la relación de potencia entre citas y publicaciones, se tiene que

$$RAE = BP^\phi \quad (3.3)$$

donde RAE es la valoración tiene cada departamento, P es el número de publicaciones, y B y ϕ son constantes.

Ahora bien, puesto que RAE sólo toma valores de 1 a 7 mientras que el número de citas C que recibe una institución puede alcanzar valores del orden de 10^4 , parece más apropiado plantear una formulación alternativa de modo que $Prestigio \approx a^R = ke^R$, con lo que la relación de potencia quedaría como sigue

$$ke^{RAE} = BP^\phi \quad (3.4)$$

Tomando logaritmos se obtiene

$$\ln k + RAE = \ln B + \phi \ln P \quad (3.5)$$

de donde se deriva la relación

$$RAE = \ln \frac{B}{k} + \phi \ln P = \gamma + \phi \ln P \quad (3.6)$$

¹⁴Puede ser un país entero, una universidad, hospital, centro de investigación público o empresa.

¹⁵Según esto, y dado que el valor de $\lambda > 1$ se verifica el principio de Mateo. Además dado que λ no es entero, la relación entre prestigio y productividad es un fractal.

siendo γ y ϕ los parámetros que caracterizan la ley de potencia.

3.3 Datos y Metodología

3.3.1 Datos

En primer lugar, los datos de la valoración RAE hacen referencia a la valoración obtenida por los departamentos en las diferentes disciplinas en la edición de 1996. Para facilitar el análisis la valoración que obtiene un departamento, que puede ser 1, 2, 3a, 3b, 4, 5 y 5* se ha transformado en una escala lineal de 1 a 7.

En segundo lugar, los datos de las publicaciones se obtuvieron de dos bases de datos diferentes que son *Econlit*¹⁶ para la disciplina de Economía y el *Science Citation Index*¹⁷ para las otras 12 áreas estudiadas.

En el caso de Economía se recabaron los datos correspondientes a todas las publicaciones realizadas por investigadores de los 49 departamentos incluidos en el RAE en esta disciplina en los años 1993, 1994 y 1995. Ello supone disponer de información completa dado que *Econlit* recoge las 600 revistas más importantes de Economía. Se elaboran varios indicadores de productividad que son:

- Publicaciones ponderadas por autores. Cada artículo se multiplica por el factor $1/n$ siendo n el número de autores.
- Publicaciones ponderadas por autores y calidad de la revista. La calidad de la revista se pondera de varias formas tal y como se explica detalladamente en el Anexo del presente Capítulo. El uso de diferentes criterios está basado en el que se emplea en Dolado (2001).

Respecto a las doce disciplinas restantes se actuó de modo diferente debido al carácter multidisciplinar de la base de datos empleada (*Science Citation Index*). Primero, se creó una base de datos con todas las publicaciones realizadas por instituciones del Reino Unido durante el período 1993-1996 (un total de 43000 registros). Segundo, se ordenaron las revistas por orden

¹⁶ Se ha utilizado el acceso a *Econlit on line* de Ovid Technologies ofrecido por la Universitat Oberta de Catalunya.

¹⁷ Se ha usado la versión CD-ROM de *Science Citation Index* del ISI, disponible en la Biblioteca de la Universidad Carlos III de Madrid.

Tabla 3.1: Valores medios del número de publicaciones y puntuación RAE por disciplinas

Disciplina	PUB	RAE
Ciencias Clínicas 1	38.34	4.23
Fisiología	54.47	4.80
Farmacología	80.80	5.13
Farmacología	57.60	4.00
Bioquímica	86.94	5.35
Química	94.79	3.74
Física	153.69	4.59
Ciencias de la Tierra	41.66	4.27
Ciencias del Medio Ambiente	21.61	2.84
Matemática Aplicada	30.38	3.94
Ingeniería (general)	31.54	3.95
Ciencia de Materiales	53.71	4.51

inverso al número de artículos. Tercero, se identificaron las revistas correspondientes a cada especialidad en las que se publican el 25% del total de artículos en dicha especialidad. Esta tarea resultó especialmente complicada, dado que algunas categorías del RAE no coinciden con los grupos determinados por el *Institute for Scientific Information* (ISI). Cuarto, se hizo un recuento de las publicaciones que cada institución publica las revistas seleccionadas de cada especialidad. La Tabla 3.1 recoge los valores medios de publicaciones y valoración RAE para cada una de las doce especialidades.

3.3.2 Metodología

Dado que se desconoce la forma funcional de la relación existente entre las dos variables, además de la ley de potencia se han probado otras de modo que fuese posible valorar cuál de ellas es realmente la más adecuada. Dichas relaciones son las que se describen a continuación:

- Modelo lineal: $RAE = \alpha + \beta P$
- Modelo cuadrático: $RAE = \alpha + \beta P + \gamma P^2$
- Modelo de potencia 1 (Ley de Katz): $RAE = \gamma + \phi \ln P$ (se toma como base e)
- Modelo de potencia 2: $RAE = \gamma P^\phi \Rightarrow \ln RAE = \ln \gamma + \phi \ln P$



Para el caso concreto de la Economía cada uno de los modelos anteriores, a su vez, ha sido estimado empleando cuatro indicadores de productividad diferentes. Por un lado, se ha empleado el número de artículos (*PUB*) y, por otro lado, el número de artículos ponderado por autores y calidad de la revista según tres criterios diferentes (*UC3*, *TC3* y *BAU*)¹⁸.

Respecto a las doce disciplinas restantes se han realizado, a su vez, dos tipos de análisis: (i) global, considerando todas las especialidades¹⁹; y (ii) parcial, considerando cada especialidad por separado. En el caso del estudio global se ha utilizado la suma de las valoraciones *RAE* de todos los departamentos de cada universidad ($\sum RAE$), en vez de *RAE*. Análogamente, en lugar de *P* se toma también $\sum P$. Para estimar los diferentes modelos se ha empleado la utilidad de estimación curvilínea del paquete estadístico SPSS.

El estudio global pretende ser una extensión de la Ley de Katz considerando la valoración *RAE* como indicador de prestigio. Por su parte, el estudio parcial es una exploración de la existencia de homogeneidad en las diferentes áreas científicas. A la vista de los resultados obtenidos, tanto por Ehrenberg (1998) como por Hodges (1996) y Oppenheim (1995 y 1997), cabe esperar que tanto los valores de los parámetros como las formas funcionales puedan ser diferentes. Si, por el contrario, la forma funcional más apropiada para cada una de las áreas fuese la misma y los parámetros tomasen valores parecidos, se ampliaría los resultados obtenidos por Katz acerca de la estructura autosimilar de la Ciencia.

Antes de pasar a los resultados conviene hacer una serie de consideraciones acerca del método de estimación de los modelos globales y parciales. Dada la particularidad de la variable endógena que, además de ser discreta, sólo toma valores entre 1 y 7 ha de considerarse la posibilidad de utilizar diferentes métodos alternativos para la estimación de los modelos, cuyas ventajas e inconvenientes se exponen a continuación.

Para corregir el problema de truncamiento de *RAE*, se puede adoptar la solución propuesta en Ehrenberg (1998) consistente en transformar la variable de modo muy similar a una transformación logit como sigue

¹⁸Los criterios *UC3* y *TC3* emplean la ponderación que se utiliza en el Departamento de Economía de la Universidad Carlos III de Madrid. En el primero de ellos se consideran todas las revistas, mientras que en el segundo sólo se tienen en cuenta las de mayor valoración.

Por su parte, el criterio *BAU* es el utilizado por Bawens (1998) para evaluar los departamentos de Economía en Bélgica.

¹⁹Esto supone replicar el estudio planteado por Katz (1999).

$$\tilde{R} = \ln \left(\frac{RAE - 0.999}{7.001 - RAE} \right) \in (1.6 \cdot 10^{-4}, 6 \cdot 10^3) \quad (3.7)$$

Esto resuelve el rango de variación de la variable endógena, pero no así su carácter discreto. Además se dificulta la interpretación de los coeficientes.

Si se considera el hecho de que RAE es una variable discreta, puede plantearse un modelo logit multinomial o incluso el probit ordenado. A pesar de que puede ser de interés usar el segundo tipo de modelos, debe tenerse en cuenta la dificultad existente a la hora interpretar correctamente los coeficientes del mismo (Greene, 1993). De este modo, el uso de un probit ordenado, sería adecuado si se desea determinar el impacto de cambios en P sobre la valoración RAE (RAE).

Por las razones anteriores se ha optado por emplear MCO, dado que es admisible siempre que la distancia entre los distintos niveles de la variable endógena sea constante. Otro factor que hace aconsejable el uso de MCO, es que se trata de la técnica utilizada en los trabajos de referencia, lo que permite comparar los resultados.

3.4 Resultados

3.4.1 Modelos para Economía

Los resultados muestran que el número de publicaciones sin ponderar (PUB) es el que mejor explica la valoración RAE dado que también es el que presenta mayor correlación. En lo que concierne a la forma funcional, es la correspondiente a la ley de potencia 1 ($RAE = \gamma + \phi \ln PUB$) la que alcanza el valor mayor de R^2 , concretamente 0,74. Los coeficientes correspondientes a la especificación de ley de potencia para las cuatro variables de productividad se presentan en la Tabla 3.2.

de modo que el mejor modelo es el dado por la ecuación siguiente

$$RAE = 0,25 + 1,08 \ln P \quad (3.8)$$

Tabla 3.2: Modelos de Potencia tipo 1 en Economía para los cuatro indicadores de productividad

$RAE = \gamma + \phi \ln P$				
Productividad	ϕ	γ	F	R^2
<i>PUB</i>	1.080 (8.58)	0.250 (2.80)	131.617 $p = 0.00$	0.737
<i>UC3</i>	0.817 (9.41)	0.688 (1.55)	88.573 $p = 0.00$	0.653
<i>BAU</i>	0.966 (8.58)	1.227 (2.80)	73.637 $p = 0.00$	0.621
<i>TC3</i>	0.703 (6.33)	1.734 (3.32)	40.151 $p = 0.00$	0.483

con lo que se confirma la existencia del efecto Mateo dado que $\phi > 1$. La razón de que sea un valor menor al observado por Katz ($\lambda = 1, 27$) usando citas como indicador de prestigio, puede estar debida al cambio de escala en la variable endógena puesto que $RAE \in [0, 7]$ mientras que el número de citas varía en un intervalo mayor²⁰.

Otro hecho significativo es que cuando se emplean indicadores publicaciones ponderadas por la calidad de la revista como son *UC3*, *BAU* y *TC3* los coeficientes $\phi < 1$ lo que quizá habla a favor de la presencia del fenómeno conocido como Ventaja Acumulativa en detrimento de un menor Universalismo. Ambos serán ampliamente tratados en el Capítulo V de esta Tesis.

3.4.2 Modelos para otras disciplinas

Modelos globales

En general todos los modelos son significativos al 99% y presentan ajuste satisfactorio. El modelo que mejor ajusta los datos es cuadrático ($R^2 = 0.921$). Los estimadores y estadísticos de ajuste se presentan en la Tabla 3.3.

En cuanto a que sea la especificación cuadrática la que mejor ajusta los datos observados para publicaciones (P) y valoración RAE (RAE), puede ser debido tanto a la selección de

²⁰Ello hace que la variable endógena cuando se usa el RAE toma como valor máximo $e^7 \approx 1096$ mientras que las citas no están acotadas y pueden suponer valores mucho más altos cuando se consideran todas las disciplinas como hace Katz.

Tabla 3.3: Modelos agregados (lineal, cuadrático, potencia 1 y 2) para las 12 disciplinas científicas

Parámetro	Potencia 1	Lineal	Cuad.	Potencia 2
Constante	-6.658	7.634	4.580	1.686
	-3.915	10.880	9.387	6.075
lnP	5.469			0.434
	14.278			22.400
P		0.030	0.056	
		20.921	27.012	
P ²	—	—	-1 E-05	—
			-13.670	
F	203.87	437.67	665.99	501.78
(p-value)	.000	.000	.000	.000
R ²	0.639	0.792	0.921	0.814

revistas, como a que la variable RAE está acotada al contrario que ocurre con el número de citas. De este modo, mientras que la variable P no tiene ninguna restricción, si la tiene la variable endógena ya que $\sum_{N_i} R \leq (7 \cdot N_i)$ donde N_i es el número de disciplinas evaluadas para la universidad i -ésima. También se observa que el modelo basado en la ley de potencia 1 ajusta bastante bien los datos ($R^2 = 0.814$). En la Figura 3.1 se representan los cuatro modelos considerando todas las disciplinas.

3.4.3 Modelos parciales

Cuando se estiman los distintos modelos para cada campo científico se puede observar que, en términos generales, los modelos que presentan mejor ajuste son el cuadrático y el de potencia 1. En algunos casos, se ha encontrado el modelo de potencia 2 ($RAE = \gamma P^\phi$) también tiene un buen ajuste.

En la mayoría de disciplinas, hay algún modelo para el que se obtienen estadísticos de ajuste satisfactorios ($R^2 \simeq 0.8$). Las excepciones son dos especialidades médicas como son Ciencias Clínicas de Laboratorio y la Fisiología. Respecto del valor de los coeficientes, estos no toman un único valor por lo que parecen existir diferencias estructurales entre disciplinas. Estas diferencias, pueden estar justificadas en parte por los distintos hábitos de publicación y/o por los criterios de valoración en los paneles de expertos de cada disciplina que participan en el

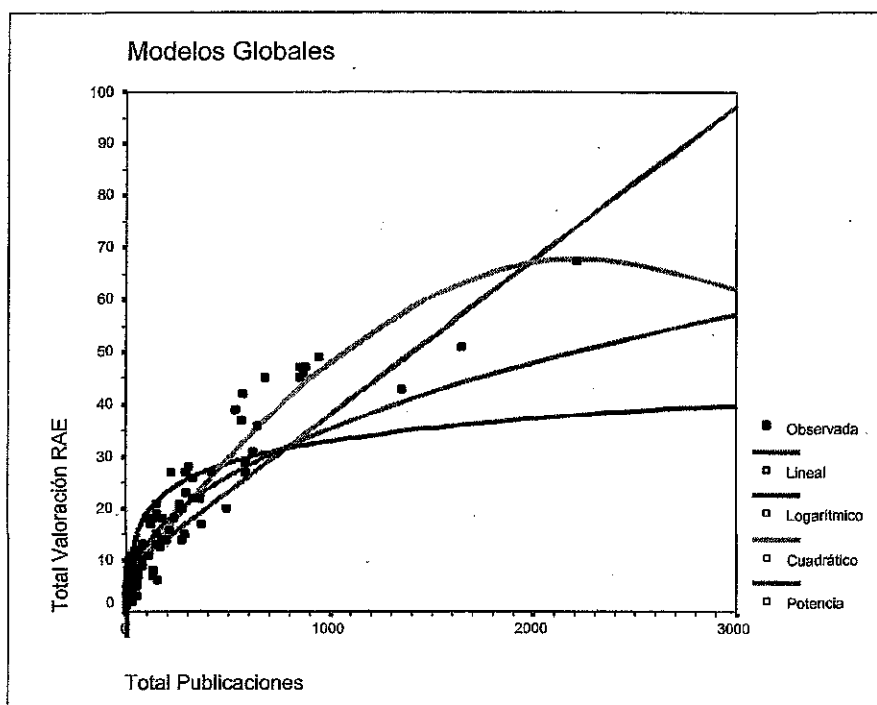


Figura 3-1: Modelos lineal, cuadrático, potencia 1 y 2 para 12 disciplinas científicas conjuntamente.

RAE. A continuación se presentan los resultados para los modelos lineal, cuadrático, potencia 1 y 2.

Modelo lineal

El mejor ajuste para este modelo se presenta en Ciencias Medioambientales ($R^2 = 0.705$), aunque también en otras áreas como Farmacología y Materiales R^2 alcanza valores superiores a 0.65 para otras áreas. No obstante, si se compara con las otras tres especificaciones alternativas es la que peor ajusta los datos, lo que fortalece la hipótesis de la existencia de una relación no lineal entre prestigio y número de publicaciones.

En cuanto a los valores de los parámetros se tiene que el término independiente varía de 2.05 a 3.92 mientras que la pendiente β oscila entre 0.004 y 0.04 si bien la mayoría están en torno a 0.03 que es el valor del parámetro en el modelo global (ver Tabla 3.4).

Asimismo, resulta coherente con el modelo global el hecho de que todos los coeficientes sean positivos.

Modelo Cuadrático

Esta especificación de los modelos ofrece mejores ajustes que la lineal, ya que R^2 toma valores superiores a 0.8 en casos como Farmacia (0.822), Ciencias Medioambientales (0.801) e Ingeniería (0.802). El resto de especialidades alcanza valores sensiblemente superiores a los modelos lineales. Respecto al valor de los parámetros se tiene que el término independiente va desde 0.8 a 3.1, el término lineal tiene coeficientes del orden de 10^{-2} mientras que los coeficientes cuadráticos son del orden de 10^{-4} . Dichos resultados son similares a los obtenidos para el modelo global (Tabla 3.5).

Modelo de potencia 1 (Ley de Katz)

Se obtienen ajustes similares a los obtenidos por los modelos cuadráticos si bien los valores más altos corresponden en este caso a Física (0.816) e Ingeniería (0.829). Respecto de los parámetros,

Tabla 3.4: Modelo lineal para cada disciplina científica

$RAE = \alpha + \beta P$				
Area	α	β	F	R^2
C. Clínicas	2.049	0.055	23.13	0.461
	4.159	4.809		
Fisiología	3.712	0.020	7.56	0.368
	7.775	2.749		
Farmacología	2.793	0.029	25.02	0.658
	5.135	5.002		
Farmacia	2.306	0.029	19.80	0.604
	4.642	4.449		
Bioquímica	3.651	0.020	13.60	0.476
	6.675	3.688		
Química	2.481	0.013	87.64	0.594
	12.652	9.362		
Física	3.918	0.004	27.02	0.334
	18.887	5.198		
C. Tierra	2.655	0.040	53.58	0.641
	9.385	7.320		
C. Medioambientales	2.103	0.049	68.97	0.704
	9.883	8.300		
Matemáticas (Aplic)	3.572	0.031	41.65	0.465
	16.454	6.453		
Ingeniería (General)	3.124	0.026	56.98	0.619
	15.616	7.548		
C. Materiales	3.311	0.022	68.43	0.675
	15.051	8.272		

Tabla 3.5: Modelo cuadrático para cada disciplina científica

$R = \alpha + \beta P + \gamma P^2$					
Area	α	β	γ	F	R^2
C. Clínicas	1.478	0.098	-6 E-4	12.31	0.486
	2.094	2.483	-1.125		
Fisiología	2.870	0.053	-2 E-4	5.03	0.456
	3.773	2.145	-1.395		
Farmacología	1.562	0.071	-2 E-4	17.73	0.747
	2.025	3.372	-2.056		
Farmacia	0.808	0.102	-5 E-4	27.65	0.822
	1.546	5.226	-3.831		
Bioquímica	1.734	0.065	-2 E-4	16.57	0.703
	2.395	4.503	-3.275		
Química	1.878	0.026	-3 E-5	75.76	0.720
	9.317	9.455	-5.153		
Física	3.134	0.012	-8 E-6	28.93	0.522
	12.696	6.300	-4.569		
C. Tierra	2.055	0.075	-3 E-4	34.79	0.706
	5.827	5.078	-2.526		
C. Medioambientales	1.723	0.108	-7 E-4	59.55	0.810
	8.696	6.867	-3.942		
Matemáticas (Aplic)	2.749	0.082	-4 E-4	48.53	0.674
	12.074	8.205	-5.489		
Ingeniería (General)	2.635	0.072	-3 E-4	68.86	0.802
	15.448	8.384	-5.598		
C. Materiales	2.875	0.049	-2 E-4	49.85	0.757
	12.272	5.897	-3.293		

se observa que $\ln \gamma$ toma valores negativos y positivos, lo cual indica que el parámetro γ toma valores próximos a 1. En cuanto al parámetro ϕ toma valores ligeramente superiores a 1 excepto en los casos de Química, Ciencias Medioambientales e Ingeniería en los que alcanza valores inferiores a la unidad. Debe observarse que este hecho es muy importante dado que, debido al efecto Mateo se espera que $\phi > 1$. En el caso de que $\phi < 1$ se tendría una situación contraria a dicho efecto lo cual, en principio, no parece lógico si se tiene en cuenta que el Efecto Mateo parece estar presente en todas las disciplinas científicas. La exploración de este fenómeno requiere una mejora en la base de datos, así como aumentar el número de instituciones que, en algunas especialidades es bastante reducido. Los valores de los coeficientes correspondientes a estos modelos se presentan en la Tabla 3.6.

Modelo de potencia 2

Como complemento de los tres anteriores, se han ajustado los datos al modelo de potencia 2 (Tabla 3.7) que también presenta estadísticos de ajuste bastante aceptables, especialmente en el caso de Farmacología (0.805). No obstante, en promedio, los modelos con esta especificación son peores que los dos tipos anteriores (cuadráticos y Katz). Los parámetros, al igual que en los casos anteriores toman valores bastante próximos, siendo γ un valor cercano a 1 y ϕ del orden de 0.3. Debe observarse que, dada la forma funcional del modelo el parámetro ϕ no puede tomar valores mayores a 1 dado que la variable endógena tiene un valor máximo de 7 mientras que P puede alcanzar valores muy elevados (del orden de 10^3 en algunas especialidades).

Tabla 3.6: Modelo de Potencia 1 para cada disciplina científica

$RAE = \gamma + \phi \ln P$				
Areas	γ	ϕ	F	R^2
C. Clínica	0.537	1.076	22.78	0.458
	.678	4.773		
Fisiología	0.829	1.066	14.76	0.532
	.783	3.842		
Farmacología	-1.706	1.665	46.74	0.782
	-1.665	6.837		
Farmacía	-.021	1.140	21.79	0.626
	-.023	4.668		
Bioquímica	-1.456	1.614	35.54	0.703
	-1.251	5.961		
Química	0.223	0.925	124.13	0.674
	.658	11.107		
Física	2.452	0.535	240.13	0.816
	5.970	5.760		
C. Tierra	-0.119	1.322	74.23	0.712
	-.221	8.615		
C. Medioambientales	1.274	0.931	72.92	0.715
	4.598	8.539		
Matemáticas (Aplic)	1.605	1.044	190.13	0.798
	6.887	13.789		
Ingeniería (General)	2.188	0.821	169.49	0.829
	12.442	13.019		
C. Materiales	1.199	1.049	124.05	0.790
	3.678	11.138		

Tabla 3.7: Modelo de Potencia 2 para cada disciplina científica

$RAE = \gamma P^\phi$				
Area	$\ln \gamma$	ϕ	F	R^2
C. Clínicas	.121	0.360	38.73	0.589
	.596	6.224		
Fisiología	.495	0.278	21.91	0.628
	1.182	4.680		
Farmacología	-.548	0.508	53.59	0.805
	-1.878	7.321		
Farmacía	-.031	0.359	16.57	0.560
	-.095	4.070		
Bioquímica	-.125	0.412	40.86	0.731
	-.452	6.392		
Química	-.052	0.322	135.26	0.693
	-.454	11.615		
Física	.832	0.355	188.19	0.777
	5.994	4.889		
C. Tierra	.199	0.354	82.19	0.733
	1.456	9.066		
C. Medioambientales	.428	0.288	63.96	0.688
	4.670	7.997		
Matemáticas (Aplic)	.621	0.290	162.73	0.772
	8.868	12.756		
Ingeniería (General)	.808	0.220	108.22	0.756
	13.706	10.403		
C. Materiales	.639	0.251	105.52	0.762
	7.563	10.272		

3.5 Conclusiones

La evaluación de la capacidad investigadora de los departamentos (universitarios, hospitales, etc.) tiene una importancia considerable de cara a poder hacer efectiva una asignación de fondos en base al mérito científico, lo que incidiría en la eficacia de las Políticas de Investigación. En el Reino Unido se realiza una evaluación sistemática de departamentos denominada *Research Assessment Exercise* (RAE).

En este Capítulo se ha planteado la posibilidad de establecer un modelo para determinar la valoración que los departamentos españoles tendrían en la escala empleada por el RAE en el Reino Unido utilizando modelos hedónicos. Con ello se pretende cubrir un doble objetivo (i) disponer de indicadores de la calidad de departamentos que permitan elaborar modelos de productividad científica más complejos que los presentados en el capítulo II; y (ii) contribuir al debate acerca de la relación entre las evaluaciones basadas en expertos (cualitativas) y las que se elaboran en base a indicadores (cuantitativas).

Para ello se propone la existencia de una relación simple entre la valoración RAE y el número de publicaciones de un departamento considerando cuatro formas funcionales: dos polinómicas (lineal y cuadrática) y dos relaciones de potencia. La hipótesis de la existencia de esta relación, se basa en la ley de potencia que obtiene Katz entre prestigio (medido en citas) y producción científica de una institución (medido en número de artículos).

Los resultados muestran, en primer lugar, que en el caso de la Economía es admisible la relación de potencia siendo el mejor predictor del prestigio el número de artículos publicados sin ponderar por la calidad de la revista. En segundo lugar, para el resto de disciplinas, se observa que cuando se consideran todas las disciplinas conjuntamente, es admisible la existencia de una ley de potencia similar a la que encuentra Katz (i.e. Modelo de potencia 1), si bien en términos de ajuste resulta mejor un modelo cuadrático. En tercer lugar, para las disciplinas consideradas por separado debe destacarse que los mejores ajustes los presentan las formas funcionales cuadrática y el modelo de potencia 1. Asimismo, no se puede aceptar simultáneamente un modelo válido para todas las disciplinas, dado que sus coeficientes son significativamente diferentes.

El hecho de que en determinadas especialidades, así como en el modelo global, se obtenga que es mejor modelo el cuadrático en lugar del modelo de potencia 1, se debe a que la variable endógena, -i.e. la valoración RAE-, tiene un valor máximo. Este aspecto se considera hoy día

una de las principales limitaciones del RAE dado que con la esperada mejora de las instituciones, éstas se irán aproximando a la categoría superior ($RAE = 7$) lo que supone una concentración de instituciones en dicha categoría. Para resolver esta deficiencia, podría ser utilizando como indicador de prestigio uno no acotado superiormente, como pueden ser las citas, o bien añadir más categorías a la escala RAE (Ver Cuadro 3.1)

Respecto al valor de los parámetros se observa una consistencia entre los obtenidos en cada especialidad con el global en cuanto a los modelos lineal, cuadrático, y, en menor medida con el modelo de potencia 2. En el caso del modelo de potencia 1 (Katz), dado que el valor de los parámetros es sensible al rango de variación de la variable endógena por lo que en el caso del modelo global se obtienen coeficientes mucho mayores que cuando se consideran los modelos parciales.

Las implicaciones de los resultados obtenidos sobre los objetivos del estudio, son las siguientes:

- Respecto de la obtención de indicadores del prestigio de los departamentos que permitan plantear modelos más completos que los presentados en el Capítulo I, los ajustes observados se consideran válidos como para emplear los modelos de las diferentes especialidades en la estimación de la calidad de los departamentos no británicos en la escala RAE.
- En cuanto al debate acerca de la relación existente entre la evaluación cualitativa (opinión de expertos) y la cuantitativa (indicadores), cabe señalar que dicha relación parece existir si bien, con los datos disponibles, no es posible cuantificarla de modo tan preciso como el alcanzado por Katz. Posiblemente una de las razones sea la escasa calidad de los datos de productividad los cuales debieran ser obtenidos a partir de bases de datos especializadas (MedLine, Inspec, etc.).

Finalmente, en cuanto a las futuras líneas de actuación, cabe señalar las que se exponen a continuación.

- Recoger de modo más preciso la productividad de cada departamento, bien revisando todas las revistas incluidas en el SCI, o bien considerando bases de datos temáticas como es el caso de Inspec para Física, Medline para Biomedicina por citar algunas, tal y como se ha hecho para el caso de la Economía.

- Usar diferentes variables explicativas además del número de publicaciones, que recoja la calidad de la revista en la que se han publicado. Esto podría obtenerse si se ponderase cada artículo por el Factor de Impacto de la revista en la que se publica (en el caso de revistas incluidas en el ISI).
- Plantear modelos hedónicos con más variables además de la productividad (número de investigadores, concentración de publicaciones, recursos para la investigación, etc.) como hacen Ehrenberg y Hurst para el caso de los programas de doctorado en Estados Unidos. Ello permitiría, entre otras cosas, determinar actuaciones políticas al poder estimar el efecto que tendrían las diversas opciones.

3.6 ANEXO. La Investigación Española en Economía durante la Década de los 90

3.6.1 Introducción

La historia reciente de la investigación en España está determinada por la aparición en 1986 de la Ley de la Ciencia que proporciona el marco legal necesario para iniciar el Plan Nacional de I+D, en el que se incluyen las acciones necesarias para fomentar la investigación científica y técnica en todas las áreas de conocimiento. A partir de la misma, se ha producido un proceso de competencia creciente entre algunas universidades y otros centros de investigación en lo que se refiere a la captación de: (i) buenos licenciados para completar estudios de doctorado, (ii) nuevos doctores para su integración en plantillas departamentales y (iii) buenos alumnos que deseen completar una titulación en la universidad que prefieran a través de las medidas recientemente adoptadas para potenciar el denominado "distrito abierto".

La posibilidad de conocer cuáles han sido los resultados científicos obtenidos, a partir de la adopción de dicho conjunto de medidas, resulta fundamental para poder mejorar las políticas futuras, tanto en lo que se refiere a la asignación de fondos de investigación entre los equipos más eficientes como a la captación de buenos estudiantes y doctores. En este sentido, se han realizado estudios y evaluaciones específicas de determinados programas, disciplinas o instituciones. Una de las principales conclusiones que se extraen de dichos estudios es el apreciable aumento de la producción científica española que ha pasado del 1,55 al 2,75 % del total mundial a lo largo de la pasada década (OCYT, 1999). A ello se une la importante labor realizada por la Agencia Nacional de Evaluación (ANEP) en la implantación de criterios basados en la excelencia científica en la concesión de ayudas a la investigación y remuneraciones extras (tramos de investigación) para los mejores investigadores.

En este anexo se pretende cubrir tres objetivos fundamentales que son: (i) presentar evidencia empírica acerca de la actividad científica en el área de Economía durante la década de los noventa; (ii) aportar nuevos indicadores que permitan comprender diferentes matices de la productividad científica; y (iii) contrastar la consistencia de los rankings de departamentos cuando se emplean diferentes indicadores.

Para ello, se han elaborado rankings de instituciones e investigadores a partir de diversos

indicadores elaborados a partir de las publicaciones en las revistas científicas de Economía. De este modo se trata de evaluar la investigación en Economía en España a partir de la productividad científica. Así mismo, con objeto de contribuir al debate acerca de la fiabilidad y validez de los rankings como herramienta de evaluación, se han incorporado indicadores que permitan apreciar diversos aspectos adicionales de la productividad. Concretamente, se obtienen los rankings atendiendo al valor de la publicación promedio, así como incorporando la dimensión temporal mediante un factor que reduce el valor de los artículos según el tiempo transcurrido desde su publicación. Por último también se normaliza la productividad de las instituciones por el número de miembros que trabajan en éstas.

Durante la última década, la investigación española en Economía ha experimentado una evolución muy positiva, tanto en lo que se refiere a la cantidad de trabajos publicados como a su nivel de calidad (Urrutia, 1993). Este hecho se pone de manifiesto en el presente estudio así como con otros trabajos similares realizados tanto a nivel nacional (García et al., 1999a,b, Sanz et al., 1999 y Bergantiños et al., 2000), como a nivel internacional (Kalaitzidakis et al., 1999 y 2001, Coupé, 2000).

La elaboración de rankings de instituciones y departamentos es una práctica habitual en el ámbito de la Economía a nivel internacional, especialmente en Estados Unidos. Para otras disciplinas existen también ejercicios de valoración de departamentos, si bien, la mayoría de ellos se elaboran a partir de la opinión de expertos (Cartter, 1964 y Roose-Andersen, 1972).

Para hacer un ranking basado en las publicaciones se precisa disponer de una ponderación para cada revista, dado que éstas difieren en calidad. Las primeras valoraciones de revistas de Economía se obtuvieron a partir de las opiniones de investigadores (Coats, 1971, Hawkins y Ritter). Posteriormente, en 1974, se obtuvo un primer indicador de la calidad de 14 revistas de Economía a partir de las citas que éstas recibían (Bush, 1974). Sin embargo, el trabajo que permitió desarrollar este tipo de herramientas es el llevado a cabo por Liebowitz y Palmer (1982). En él se desarrolla un algoritmo que permite calcular un índice de calidad de las revistas en el que se eliminan posibles sesgos debidos al volumen o la edad de las diferentes revistas. A partir de este momento, se elaboraron rankings de departamentos en Estados Unidos como son los realizados por Graves et al. (1982), Laband y Piette (1984 y 1994), Scott y Mitias (1996) y Dusansky y Vernon (1998). También se realizaron rankings incorporando a universidades

européas (Kirman y Dahl 1994, Kalaitzidakis et al. 1999) y del resto del mundo (Coupé, 2000 y Kalaitzidakis et al 2001).

Los indicadores que se emplean en este trabajo se basan en el número de artículos que se ponderan por el número de instituciones o de autores, de acuerdo con la información recogida en la base de datos Econlit. También se ponderan por la calidad de la revista, para lo que se emplean diversos criterios, lo que permite obtener un ranking diferente para cada uno de ellos. Asimismo, se ofrece un ranking reducido de aquellos 10 autores cuyos trabajos han recibido un mayor número de citas durante la década objeto de estudio, así como el título de los 10 artículos más citados durante dicho período.

Una vez conocidas las líneas generales del contenido del artículo, conviene destacar cuáles son las principales diferencias metodológicas entre nuestro trabajo y algunas de las referencias ofrecidas anteriormente sobre la cantidad y calidad de la investigación económica en España.

- Incluye tanto rankings de instituciones como de individuos.
- Tanto el período analizado (1990-99) como el espectro de revistas incluida en este trabajo son más amplios que los considerados en el resto de estudios sobre este tema. En concreto, García et al. (1999a) elaboran un ranking de producción científica en Economía en España, similar al que obtenemos a partir del criterio KMS (véase Sección 2) pero sólo para el período 1992-1997. García et al. (1999b), por su parte, se limitan a analizar las publicaciones en revistas españolas durante el período anterior. Por último, Sanz et al. (1999) analizan la evolución de la producción científica en Economía durante la primera mitad de los noventa (1990-1994), mientras que el trabajo de Bergantiños et al. (2000) se centra en la segunda mitad de dicha década (1995-1999), utilizando para ello indicadores basados en índices de impacto de las revistas contenidas en Econlit.
- Se consideran cuatro criterios para ponderar las revistas y, en el caso de los rankings individuales, dos criterios de ponderación del número de autores.
- Por último, este trabajo incluye rankings que incorporan factores que deben tenerse en cuenta para analizar la productividad científica como son el tiempo transcurrido desde la publicación de los artículos y la calidad media de los trabajos publicados por una institución.

Los resultados muestran que existe un grupo de 6 instituciones, como son las universidades de Alicante, Autónoma de Barcelona, Carlos III y Pompeu Fabra, y el Instituto de Análisis Económico y el CEMFI, muy destacadas del resto, lo que coincide con los estudios que se han citado anteriormente.

El resto del capítulo está organizado del modo siguiente. La Sección 2 se dedica a describir la elaboración de la base de datos utilizada en el trabajo, así como a justificar los indicadores empleados en la elaboración de los rankings. En la Sección 3 se presentan los resultados del trabajo, tanto en lo que refiere a rankings de instituciones como de investigadores individuales. Para el caso de los rankings de instituciones se estudian los cambios producidos al considerar el tamaño de los departamentos, el año en el que se publican los trabajos a lo largo de la década y los valores medios. Por su parte, para los rankings de individuos se incluye el de los 10 autores más citados durante los noventa, así como la lista de los 10 artículos con autor/es español/es con mayor número de citas. Por último, la Sección 4 resume las principales conclusiones obtenidas y apunta posibles líneas futuras de investigación.

3.6.2 Datos y Metodología

Datos

Existen varias fuentes de información que pueden ser empleadas para elaborar este tipo de rankings, entre las que destacan las bases de datos Econlit y Social Science Citation Index (SSCI). Además, algunos trabajos recientes obtienen la información a partir de las publicaciones contenidas en un conjunto limitado de revistas, generalmente aquellas consideradas como más destacadas por la comunidad académica (véase, e.g., Kalaitzidakis et al., 1999). Finalmente, también existe la posibilidad de utilizar directamente los currícula de los investigadores o las memorias de investigación de los departamentos para recabar información complementaria.

En este trabajo se ha optado por emplear Econlit como fuente única de información, descartando el SSCI. No obstante, esta última fuente se utiliza en algunos otros estudios existentes con el fin de recoger indicadores de impacto de las revistas (véase, por ejemplo, Bergantiños et al., 2000). La razón fundamental de elegir Econlit se encuentra en su amplia cobertura de revistas de Economía y Econometría (del orden de 650), a lo que se añade su fácil acceso a través de CD-ROM. Además, se trata de una base de datos muy empleada en este tipo de es-

tudios (véase Coupé, 2000 y Bergantiños et. al, 2000). El problema con los índices de impacto que provee SSCI es que aquellas publicaciones que obtienen un mayor índice son revistas y periódicos de divulgación de información económica, como pueda ser *The Economist*, cuyo factor de impacto es casi cuatro veces superior al de revistas científicas de primera línea, del tipo de *American Economic Review*, *Econometrica* o *Journal of Political Economy*. Las dos opciones restantes, cuya ventaja a priori es la fidelidad de los datos que contienen, solo se utilizaron como herramienta de comprobación en casos concretos, ya que su disponibilidad se limita a aquellos investigadores e instituciones cuyos currícula y memorias se encuentran recogidos en páginas web, memorias departamentales, etc., lo cual puede introducir fuertes sesgos en la medición de la producción científica de aquellos investigadores o departamentos que no actualizan regularmente dicha información.

En concreto, los datos empleados para la elaboración de los rankings en este trabajo son todos aquellos artículos incluidos en Econlit con autores (nacionales o extranjeros) cuya afiliación corresponde a instituciones españolas a lo largo del periodo 1990-1999, así como aquellos autores de nacionalidad española que trabajan en universidades o centros fuera de España. A partir de esta base de datos se elaboró una primera versión del ranking tanto de individuos como de instituciones. A continuación se consultaron uno a uno los 120 primeros autores y las 50 primeras instituciones de dichos rankings en una versión *on-line* de Econlit. Con ello se elaboraron dos bases de datos para individuos e instituciones con 1065 y 2215 registros respectivamente, que corresponden a los trabajos publicados en 236 revistas diferentes. La cobertura resulta ser sensiblemente mejor que la base de datos original. Entre los 50 centros con mayor producción científica se encuentran tanto instituciones universitarias como otros centros de investigación de carácter no estrictamente universitario (servicios de estudios, fundaciones, institutos de investigación, etc.). Dentro de las primeras se recogieron datos tanto de universidades públicas como privadas. Además, de acuerdo con lo comentado previamente, en esta etapa se incluyó una amplia lista de autores de nacionalidad española que han trabajado durante un largo período de tiempo en instituciones extranjeras. Para cada registro se dispone de la siguiente información detallada: título, autores, institución, revista, volumen y número de páginas, y año de la publicación.

Una vez completada esta primera fase, se realizó una segunda búsqueda por nombre de

autor para aquellos autores que resultaron ser más productivos en la fase inicial. Con ello se pretende reducir el error de identificación debido a la deficiente codificación de la institución en Econlit. En el Cuadro 3.4 se resumen los principales inconvenientes de dicha fuente de datos destacando, para los propósitos de este trabajo, la ausencia de cobertura de revistas con temática en las áreas de Estadística y Matemática Aplicada, donde publican algunos de sus trabajos los especialistas en Econometría, así como en Economía de la Empresa (Contabilidad, Teoría de la Organización, etc.) que en algunas universidades españolas están integrados en Departamentos de Economía. En este sentido, cabe esperar que haya un claro sesgo a la baja en la productividad de los especialistas encuadrados en estas materias, error que esperamos subsanar en el futuro mediante la combinación de Econlit con otras fuentes bibliométricas de carácter más general.

Cuadro 3.4.Principales deficiencias de Econlit	
1	No se recogen los autores que firman en cuarto lugar o posterior. Este problema es importante, si se tiene en cuenta el hábito que existe entre los investigadores de Economía en firmar por orden alfabético.
2	Omisión o errores en la afiliación de artículos a instituciones, lo que hace difícil la obtención de datos fiables si se consulta según este campo. También pueden existir errores en la fecha de publicación y las páginas.
3	Existencia de homónimos, sobre todo en departamentos, instituciones y autores. Así por ejemplo, Banco de España puede aparecer como "Banco de Espana" o "Bank of Spain"
4	No se recogen todos los artículos de cada número para todas las revistas. Este problema puede causar sesgo en autores que publican en las revistas que peor cobertura tienen.
5	Escasa cobertura nacional (solamente se incluyen 6 revistas nacionales).
6	No está incluido un buen número de las revistas donde publican los especialistas en Econometría como, por ejemplo, Annals of Statistics, Biometrika, Journal of the American Statistical Association, Journal of the Royal Statistical Society, Journal of Time Series Analysis, etc. Igualmente ocurre con algunas de las revistas más prestigiosas donde publican los especialistas en Economía de la Empresa .

Para corregir algunos de los posibles sesgos debidos a deficiencias anteriores se ha utilizado también información proveniente de los currícula de los 40 investigadores más destacados.

Metodología

Indicadores para la elaboración de los rankings Respecto a los indicadores de actividad investigadora, se ha desechado la información relativa a las publicaciones en series de documentos de trabajo, considerando únicamente los artículos que han aparecido publicados en revistas profesionales de carácter científico. Puesto que las revistas tienen distinto nivel de calidad, resulta preciso utilizar algún tipo de ponderación para ordenarlas, para lo cual se

han utilizado cuatro criterios diferentes denominados respectivamente UC3, BAU, TC3 y KMS. Los dos primeros criterios son generalistas al incluir a todas las revistas de carácter científico contenidas en Econlit. Así, el criterio UC3 está basado en la ordenación cardinal llevada a cabo por el Departamento de Economía de la Universidad Carlos III, tomando como referencia los rankings ordinales elaborados por Laband y Piette(1994) de las revistas de Econlit. En cuanto al criterio BAU, se trata de un indicador basado en el número de citas y factor de impacto de las revistas, elaborado por Bauwens (1999), que se utiliza por parte del Departamento de Economía de la Universidad de Lovaina para medir la productividad científica de los economistas en Bélgica. Los dos criterios restantes son selectivos al incluir un número limitado de revistas profesionales. Así, el criterio TC3 corresponde a las tres primeras clases de revistas contenidas en UC3, mientras que el criterio KMS corresponde al indicador empleado por Kalaitzidakis et al. (1999) para ponderar las que, en opinión de estos autores, son las diez revistas profesionales más representativas en las que publican los economistas. Una descripción detallada de todos estos criterios puede encontrarse en el Cuadro 3.5.

Existen otros tres factores importantes que suelen considerarse en este tipo de estudios como son el número de autores (N), la extensión del trabajo, medida por el número de páginas estandarizadas con respecto a la extensión de alguna revista considerada clave (véase, e.g., Baltagi,1998, y Kalaitzidakis et al., 1999) y el número de afiliaciones (A) con que firma un autor un artículo. En cuanto al número de autores, en este trabajo se ha incluido dos factores para ponderar los criterios comentados previamente: (i) una versión ponderada por el factor $(1/N)$, y (ii) otra versión ponderada por $P(N)=1-0.2(N-1)$ si $N \leq 5$ y $P(N)=0.2$ para $N > 5$, de manera que el factor decrece linealmente desde un máximo de 1.0 a un mínimo de 0.2. En lo que se refiere a la extensión, hay que tener en cuenta que sólo se puede aplicar a aquellas revistas para las cuales están disponibles factores de ajuste del tamaño de página. Dichas revistas son 10 y corresponden a las consideradas en el estudio de Kalaitzidakis et al. (1999). A efectos de comparación con los rankings obtenidos por dichos autores, en este trabajo sólo se considerará el criterio basado en la extensión del artículo para aquellos autores que hayan publicado en dicho conjunto de revistas. Para el resto de revistas sólo se tiene en cuenta el número de autores, con los dos criterios de ponderación, pero no la extensión de los trabajos. Finalmente, cuando un autor ha firmado un trabajo con varias afiliaciones, se divide por el número de las mismas

(A) para asignar el artículo a cada institución.

Conviene subrayar que la utilización de diferentes tipos de indicadores resulta muy recomendable en este tipo de estudios dado el carácter parcial y complementario de cada indicador individual (véase, Martin, 1996). Además, a partir de las diversas ordenaciones consideradas, se puede obtener un "ranking promedio" que agregue en una única ordenación la información proporcionada por cada uno de los criterios individuales.

Cuadro 3.5. Descripción de los criterios para elaborar los rankings.	
(i) Criterio UC3	
<p>Descripción: Basado en el estudio de Laband y Piette (1994), ampliado a un conjunto mucho mayor de revistas, a las que se ha dotado de una ordenación cardinal por parte del Departamento de Economía de la Universidad Carlos III, de cara a implementar criterios de promoción interna y contratación.</p> <p>Revistas incluidas: 170 revistas profesionales de Economía, Econometría y Finanzas.</p> <p>Criterio de ponderación: Los detalles del criterio UC3 pueden consultarse en: http://www.eco.uc3m.es/~help/UC3.pdf</p>	
(ii) Criterio BAU	
<p>Descripción: En este estudio se realiza un ranking de publicaciones para instituciones y economistas de Bélgica, durante los periodos 92-96 y 93-97.</p> <p>Revistas incluidas: Revistas de la base de datos Econlit. Se excluyeron del estudio aquellos artículos publicados en las siguientes revistas: Annals of Public and Cooperative Economics, Cahiers Economiques de Bruxelles, Economisch en Sociaal Tijdschrift, and Tijdschrift voor Economie en Management. En total se recogieron datos de aproximadamente 600 revistas.</p> <p>Criterio de ponderación: Para cada revista se obtiene el producto del número total de citas y el factor de impacto (C·FI) (datos de Citation Reports 1996, Social Science Edition). Basándose en este producto se le asigna a cada revista una puntuación del 1 a 5 del siguiente modo: 5 si $C \cdot FI > 5000$; 4 si $450 < C \cdot FI < 5000$; 3 si $120 < C \cdot FI < 450$; 2 si $25 < C \cdot FI < 120$; y 1 si $C \cdot FI < 25$ o no hay datos.</p> <p>Las revistas incluidas en la categoría superior de 5 puntos son: American Economic Review, Econometrica, Harvard Business Review, Journal of Economic Literature, Journal of Finance, Journal of Financial Economics, Journal of Political Economy y Quarterly Journal of Economics.</p>	

Cuadro 3.5. (cont)	
	(iii) Criterio KMS
	<p>Descripción: Basado en el estudio realizado por Kalaitzidakis et al. (1999) para la elaboración de un ranking de instituciones europeas.</p> <p>Revistas incluidas: Las diez revistas que los autores consideran como más importantes en Economía (AER, ECTCA, EER, EJ, JET, JME, JPE, QJE, REStud, REStat).</p> <p>Criterio de ponderación: Se emplean los pesos calculados por Scott y Mitias (1996) que valoran el impacto de cada revista. Este criterio se aplica al número de páginas. Los pesos son los siguientes: AER=1.0, ECTCA=0.890, EJ=0.128, JET=0.511, JME=0.593, JPE=0.791, QJE=0.645, REStud=0.476, REStat=0.145, EER=0.036</p>
	(iv) Criterio TC3
	<p>Descripción: Se obtiene a partir de las revistas incluidas en las categorías A, B+ y B del Criterio UC3.</p> <p>Revistas incluidas y criterio de ponderación: Ver Criterio UC3.</p>

Rankings Incorporando otros Factores: Valor medio de publicación y Tiempo Puede ser de interés la incorporación de otros factores adicionales en los criterios para la elaboración de rankings. Con ello se espera aportar información adicional a la ofrecida por los rankings anteriormente descritos y, por tanto, servir de herramienta para la planificación de la Política de Investigación.

Los factores que puede ser interesante tener en cuenta son (i) el valor de la publicación media de cada institución; (ii) la dimensión temporal; y (iii) el tamaño del departamento. Los detalles de su obtención así como la información que ofrecen cada uno de ellos se detalla a continuación.

- Respecto del valor de la publicación promedio se espera poder identificar instituciones que obtienen una elevada puntuación debido a su escala frente a aquellas en las que existe un reducido número de publicaciones de elevado valor científico. Para obtenerlo basta con elaborar el indicador $\overline{UC3} = \frac{UC3}{N}$ donde UC3 es la puntuación total de la institución y

N es el número de artículos publicados por ésta.

- En cuanto a la dimensión temporal, cabe señalar que el periodo analizado (1990-1999) es lo suficientemente largo como para que hayan existido instituciones que alcanzaron su mayor productividad en los primeros años de la década mientras otras lo han hecho al final del mismo periodo. Para recoger esta característica se obtiene un indicador que recoge el valor total de cada publicación ponderada, además de por la calidad y el número de instituciones, por un factor de descuento dado por $t(i) = 1 - (0,05 \cdot i)$ siendo $i = 1999 - \text{año publicación}$. Este tipo de indicadores que recogen el carácter dinámico de la producción científica de una institución y pueden ser empleados, entre otras situaciones, para identificar instituciones que se hallan en expansión.
- Por último, el tamaño del departamento puede influir en la posición que alcanza una institución en el ranking. No obstante, dada la asimetría que caracteriza la distribución de la productividad entre los investigadores de un departamento, resulta más significativo tener en cuenta una medida de dicha asimetría, como es por ejemplo un índice tipo Gini. Por otra parte, no está claro que el tamaño del departamento tenga una relación lineal con la productividad, dado que algunos estudios han encontrado relaciones cuadráticas (Hicks, 1989), de tal modo que parece existir un "tamaño óptimo" de los departamentos. Además existen dificultades a la hora de determinar el número de investigadores en Economía de cada una de las instituciones consideradas en el ranking entre las que cabe destacar las siguientes:
 - Existencia de distintos departamentos de disciplinas relacionadas con la Economía en la misma Universidad.
 - La estructura y composición de los departamentos en el momento actual no corresponde con las que haya podido existir a lo largo del período estudiado.
 - La existencia de la figura de investigadores afiliados a varias instituciones.
 - La escasa calidad y homogeneidad de los datos relativos a la plantilla de los distintos departamentos del área económica.

Por las razones anteriores, no se ha considerado, en este caso, el tamaño del departamento para la elaboración de indicadores específicos.

3.6.3 Resultados

A continuación se presentan los rankings de instituciones e investigadores, elaborados a partir de los indicadores bibliométricos comentados anteriormente.

Rankings de instituciones

Por lo que respecta a instituciones, la Tabla 3.8 recoge el ranking de las 30 universidades y centros de investigación más destacados, que se obtiene a partir de los indicadores generalistas UC3 y BAU, así como del número de artículos de cada institución. En la Tabla 3.9, a su vez, se ofrecen los rankings correspondientes a los criterios selectivos TC3 y KMS. En todos los casos se reflejan los resultados obtenidos con la ponderación $1/N$, ya que el uso de la ponderación $P(N)$ apenas altera la clasificación. Se encuentra que las universidades Carlos III, Pompeu Fabra, Autónoma de Barcelona, Alicante y País Vasco, junto con el Instituto de Análisis Económico (CSIC, IAE) ocupan las primeras cinco posiciones. Si consideramos la UAB y el IAE como un único grupo investigador (denominado Campus de Bellaterra por Bergantiños et al., 2000), dados los estrechos vínculos existentes entre los investigadores de ambas instituciones, entonces dicho centro conjunto ocupa el primer lugar de acuerdo con los criterios UC3, BAU y TC3, mientras que la Universidad Pompeu Fabra ostenta el primer lugar de forma destacada cuando se considera el criterio KMS. En cuanto a los centros de investigación distintos a universidades, los más destacados son IAE, CEMFI, FEDEA e IVIE. Resulta importante señalar la total ausencia de las universidades privadas en estos rankings, pudiendo ello deberse, en algunos casos, a su reciente creación y, en otros muchos, a la absoluta preponderancia de la docencia sobre las tareas investigadoras en dichos centros que, en la terminología anglosajona, corresponderían a los denominados *colleges* en vez de genuinos departamentos universitarios.

Rankings que incorporan otros factores El uso de diferentes criterios para elaborar rankings permite contrastar la coherencia de éstos, pero también para matizar los resultados.

Tabla 3.8: Ranking instituciones: indicadores UC3 y BAU con ponderación 1/N

Institución	N	UC3	Institución	N	BAU
1 U. Carlos III	259	100	1 U. Carlos III	231	100
2 U. Pompeu i Fabra	247	82.23	2 U. Pompeu i Fabra	216	82.73
3 U. Alicante	172	57.11	3 U. Autónoma Barcelona	155	56.99
4 U. Autónoma Barcelona	180	52.84	4 U. Alicante	148	54.06
5 IAE	104	50.22	5 U. País Vasco	163	52.74
6 U. País Vaco	179	46.63	6 U. Valencia	230	52.42
7 U. Valencia	310	35.13	7 Banco de España	215	50.20
8 Banco de España	224	30.74	8 U. Complutense	196	50.08
9 CEMFI	75	29.84	9 IAE	100	46.48
10 U. Complutense	242	28.72	10 U. Zaragoza	142	35.09
11 U. Zaragoza	186	25.11	11 CEMFI	69	28.48
12 U. Pública Navarra	80	13.84	12 U. Barcelona	83	24.70
13 U. Barcelona	122	12.03	13 U. Alcalá Henares	60	16.38
14 U. Santiago Compostela	25	9.39	14 U. Pública Navarra	62	14.56
15 IVIE	50	9.31	15 U. Oviedo	66	13.11
16 U. Vigo	41	9.13	16 FEDEA	58	11.55
17 U. Alcalá Henares	71	8.91	17 U. Autónoma Madrid	35	9.95
18 FEDEA	65	7.90	18 IVIE	44	9.66
19 U. Oviedo	81	7.59	19 U. Vigo	33	9.23
20 U. Cantabria	36	7.45	19 U. Salamanca	31	9.23
21 U. Salamanca	41	5.62	21 U. Cantabria	30	7.72
22 U. Murcia	51	4.65	21 U. Santiago Compostela	25	7.62
23 U. Valladolid	46	4.10	23 U. Valladolid	31	7.62
24 U. Las Palmas	45	4.09	24 U. Murcia	32	6.69
25 U. Autónoma Madrid	43	3.98	25 U. Las Palmas	31	5.84
26 U. A Coruña	26	3.70	26 Ministerio Economía	26	5.64
27 U. Málaga	30	3.46	27 U. La Laguna	22	5.52
28 Fund. Empresa Pública	32	3.20	28 U. Málaga	22	5.18
29 Ministerio Economía	36	3.01	29 U. Extremadura	13	4.51
30 U. Jaime I	40	2.74	30 U. Jaime I	27	4.41

Fuente: Econlit (OVID Technologies) y elaboración propia.

Tabla 3.9: Ranking instituciones: indicadores TC3 y KMS con ponderación 1/N

Institución	N	TC3	Institución	N	KMS
1 U. Carlos III	85	100	1 U. Pompeu i Fabra	55	100
2 U. Pompeu i Fabra	105	89.41	2 U. Carlos III	27	56.26
3 IAE	61	64.19	3 U. Autónoma Barcelona	17	43.55
4 U. Alicante	52	51.51	4 IAE	17	38.94
5 U. Autónoma Barcelona	53	48.27	5 U. Alicante	8	24.82
6 U. País Vaco	45	36.57	6 CEMFI	10	15.46
7 CEMFI	35	32.94	7 Banco de España	8	6.16
8 Banco de España	20	19.86	8 FEDEA	5	4.01
9 U. Zaragoza	17	12.35	9 U. País Vasco	1	3.93
10 U. Pública Navarra	17	11.74	10 U. Salamanca	1	3.47
11 U. Valencia	14	10.98	11 U. Zaragoza	9	2.38
12 U. Santiago Compostela	11	10.88	12 U. Complutense	2	2.25
13 IVIE	13	8.94	13 U. Vigo	2	1.88
14 U. Complutense	7	8.29	14 U. Valencia	3	1.55
15 U. Vigo	9	7.25	15 U. Pública Navarra	2	1.25
16 U. Cantabria	4	6.04	16 U. Alcalá Henares	3	1.09
17 U. Barcelona	5	4.27	17 Ministerio Economía	3	0.21
18 FEDEA	6	3.67	18 IVIE	1	0.13
19 U. Salamanca	3	3.02	19 U. Oviedo	1	0.03
20 U. Alcalá Henares	4	2.63	20		
21 U. A Coruña	2	2.07	21		
22 U. Oviedo	3	1.94	22		
23 Ministerio Economía	4	1.62	23		
24 U. Girona	2	1.55	24		
24 U. Extremadura	1	1.55	25		
24 U. Sevilla	1	1.55	26		
24 INE	1	1.55	27		
28 ESADE	2	1.04	28		
29 U. Valladolid	1	0.78	29		
29 Fund. Empresa Pública	1	0.78	30		

Fuente: Econlit (OVID Technologies) y elaboración propia.

Tabla 3.10: Ranking de instituciones según el valor medio por artículo con el criterio UC3

Pos	Institución	Media UC3	Pos	Institución	Media UC3
1	IAE	6.73	16	U. Zaragoza	1.88
2	CEMFI	5.54	17	U. Alcalá Henares	1.75
3	U. Carlos III	5.38	18	FEDEA	1.69
4	U. Santiago Compostela	5.23	19	U. Complutense	1.65
5	U. Pompeu i Fabra	4.64	20	U. Málaga	1.61
6	U. Alicante	4.63	21	U. Valencia	1.58
7	U. Autónoma Barcelona	4.09	22	F. Empresa Pública	1.39
8	U. País Vasco	3.63	23	U. Barcelona	1.37
9	U. Vigo	3.10	24	U. Oviedo	1.31
10	U. Cantabria	2.88	25	U. Autónoma Madrid	1.29
11	IVIE	2.60	26	U. Murcia	1.27
12	U. Pública Navarra	2.41	27	U. Las Palmas	1.27
13	U. A Coruña	1.98	28	U. Valladolid	1.24
14	Banco de España	1.91	29	Ministerio Economía	1.17
14	U. Salamanca	1.91	30	U. Jaume I	0.96

(Continúa a la derecha)

Fuente: Econlit (OVID Technologies) y elaboración propia

Ranking según el valor del artículo promedio Las instituciones que publican el artículo promedio de mayor calidad resultan ser IAE (6,73), CEMFI (5,54), Carlos III (5,38), Santiago de Compostela (5,23)²¹, Pompeu i Fabra (4,64), Alicante (4,63), Autónoma de Barcelona (4,09) y País Vasco (3,63). El resto de valores se presentan en la Tabla 3.10. El uso combinado de este indicador, con el correspondiente de puntuación total, permite identificar diferentes tipos de instituciones, lo que puede resultar útil para planificar diferentes políticas de investigación.

Ranking incorporando la dimensión temporal Si se considera el factor de descuento asociado al año de publicación de los artículos, se obtienen los resultados que se presentan en la Tabla 3.11.

²¹ Esta universidad ha publicado un total de 25 artículos.

Tabla 3.11: Ranking de instituciones según UC3 incorporando la dimensión temporal

Pos	Institución	UC3(t)	Pos	Institución	UC3(t)
1	U. Carlos III	100.00	16	IVIE	11.43
2	U. Pompeu i Fabra	82.39	17	FEDEA	10.58
3	U. País Vasco	71.43	18	U. Oviedo	7.50
4	U. Autónoma Barcelona	70.32	19	U. Cantabria	7.49
5	IAE	67.96	20	U. Málaga	6.21
6	U. Alicante	61.78	21	F. Empresa Pública	6.17
7	Banco de España	52.46	22	U. Vigo	5.55
8	U. Valencia	49.29	23	U. Murcia	4.74
9	U. Complutense	43.74	24	UNED	4.68
10	U. Zaragoza	38.12	24	U. Las Palmas	4.68
11	CEMFI	36.65	26	U. Salamanca	3.82
12	U. Pública Navarra	21.88	27	U. Extremadura	3.80
13	U. Santiago Compostela	16.00	28	U. Valladolid	3.67
14	U. Barcelona	14.21	29	IEF	3.62
15	U. Alcalá Henares	11.64	30	U. Autónoma Madrid	3.54
(Continúa a la derecha)					
Fuente: Econlit (OVID Technologies) y elaboración propia					

Si lo comparamos respecto del ranking original (Tabla 3.1) puede apreciarse que, si bien las instituciones que ocupan los dos primeros lugares con ambos criterios son las mismas (Carlos III y Pompeu), se aprecia que existe una menor diferencia en términos relativos en la tabla según UC3(t). Ello nos habla de una cierta convergencia o disminución de la distancia existente en los últimos años de la década. De este modo puede apreciarse un grupo de 11 instituciones (País Vasco, UAB, IAE, Alicante, Banco de España, Valencia, Complutense, Zaragoza, CEMFI y Pública de Navarra y Santiago de Compostela) que mejoran sensiblemente su resultado relativo respecto a las que ocupan los primeros puestos.

Rankings de autores

En lo concerniente al ranking por autores, se presentan las clasificaciones obtenidas para los 30 investigadores más productivos utilizando los indicadores UC3 y BAU con las ponderaciones $1/N$ (Tablas 3.12 y 3.13) y $P(N)$ (Tablas 3.16 y 3.17). A su vez, las Tablas 3.14 y 3.15 ofrecen las clasificaciones que resultan del uso de los indicadores TC3 y KMS de nuevo con $1/N$ y finalmente, las Tablas 3.18 y 3.19 presentan las clasificaciones con los criterios anteriores y las

ponderación $P(N)$. De acuerdo con los tres criterios considerados, Jordi Galí (UPF y NYU), Fabio Canova (UPF), Xavier Vives (IAE), Manuel Santos (U. Arizona), Xavier Sala-i-Martin (UPF y Columbia), J. Victor Ríos-Rull (Penn) y Fernando Vega-Redondo (Alicante) ocupan las cinco primeras posiciones, según se trate de uno u otro indicador. Conviene destacar que, excepto en el caso de F. Vega-Redondo y X. Vives, la mayoría de los economistas en las posiciones más destacadas han desarrollado una buena parte de su labor investigadora en universidades extranjeras. Asimismo, conviene notar el lugar algo más atrasado que ocupan algunos de los más los más conocidos economistas españoles con perfil académico. Ello puede deberse a que hayan concentrado una buena parte de su producción científica con anterioridad al período muestral contemplado en este trabajo, o a que hayan publicado el grueso de sus trabajos en revistas del área de Estadística o Economía de la Empresa, no recogidas en Econlit. Igualmente, cabe señalar que el hecho aparentemente paradójico de que, pese a que tres de los cinco primeros lugares del ranking de autores estén ocupados por miembros de la Universidad Pompeu Fabra, dicha universidad ocupe el segundo lugar en el ranking de instituciones de acuerdo con los criterios UC3 y BAU. Ello se explica porque la producción científica de los investigadores adscritos a dicho centro se encuentra muy concentrada entre un grupo destacado de investigadores. Por el contrario, el hecho de que la Universidad Carlos III ocupe el primer lugar en dichos rankings, a pesar de contar con un menor número de investigadores en el grupo más selecto, se debe a que su producción científica se encuentra distribuida de forma más dispersa entre sus investigadores.

Por último, cabe analizar en qué medida las clasificaciones derivadas de los diferentes criterios utilizados se encuentran correlacionadas. Para ello, la Tabla 3.20 recoge los coeficientes de correlación (Spearman) que hay entre los ocho criterios considerados (UC3, BAU, TC3 y KMS con las ponderaciones $(1/N)$ y $P(N)$, respectivamente) para los 50 primeros investigadores. El resultado más importante a destacar es que el criterio más selectivo (KMS) está menos correlacionado con el BAU que con los restantes criterios, para ambos tipos de ponderaciones. Ello se debe a que, en este último criterio, el rango de puntuación entre las mejores revistas y aquellas otras menos acreditadas es muy reducido (de 5 puntos a 1 punto, véase Cuadro VI.2),

Tabla 3.12: Ranking individual para los criterios UC3 y BAU con Ponderación 1/N

UC3				BAU			
	Autor	N	UC3		Autor	N	BAU
1	Gali, J	27	100	1	Gali, J	27	100
2	Vives, X	24	73.71	2	Canova, F	26	98.63
3	Canova, F	26	71.68	3	Vives, X	24	81.51
4	Vega-Redondo, F	21	55.74	4	Sala i Martin, X	25	68.26
5	Santos, M	17	54.29	5	Santos, M	17	51.82
6	Sala i Martín, X	25	51.29	6	Dolado, JJ	37	49.08
7	Dolado, JJ	37	47.27	7	Sentana, E	18	45.89
8	Serrano, R	19	45.62	8	Vega-Redondo, F	21	45.66
9	Sentana, E	18	41.51	9	Silvestre, J	15	45.44
10	Mas Colell, A	18	36.72	10	Serrano, R	20	44.75
11	Motta, M	17	34.82	11	Motta, M	17	36.75
12	Rios Rull, JV	13	33.83	12	Rios-Rull, JV	13	36.07
13	Arellano, M	14	32.07	13	Campa, JM	17	35.62
14	Silvestre, J	15	31.17	14	Mas-Colell, A	14	34.89
15	Campa, JM	17	30.53	15	Arellano, M	14	34.70
16	Boldrin, M	13	29.99	16	Boldrin, M	12	31.51
17	Brusco, S	9	29.54	17	Padilla, J	13	29.68
18	Matutes, C	15	29.31	18	Caminal, R	11	28.08
19	Kranich, L	6	29.13	19	Caballé, J	11	28.08
20	Padilla, J	13	28.18	20	Ley, E	12	28.08
21	Marimon, R	12	25.63	21	Brusco, S	8	27.40
22	Barbera, S	13	24.48	22	Barbera, S	13	26.78
23	Pérez Castrillo, D	18	24.34	23	Alba, A	9	26.71
24	Delgado, M	13	23.62	24	Kranich, L	6	26.03
25	Caminal, R	11	23.58	25	Marimon, R	11	25.79
26	Maravall, A	7	22.40	26	Delgado, M	13	25.58
27	Caballé, J	11	22.22	27	Pérez-Castrillo, D	15	24.89
28	Bentolila, S	13	21.91	28	Faig, M	7	24.66
29	Moreno, D	10	21.52	29	Goerlich, F	12	23.97
30	Khun, KU	6	21.14	30	Mármol, F	6	23.97
(Cont.)							

Tabla 3.13: Continuación Tabla 3.12

Autor	N	UC3	Autor	N	BAU
31 Sakovics, J	10	20.64	31 Matutes, C	15	22.60
32 Candeal, R	15	20.51	32 Zilibotti, F	8	22.60
32 Indurain, E	15	20.51	33 Corchón, L	10	22.37
34 Esteban, J	10	20.28	34 Usategui, JM	11	21.92
35 Hidalgo, J	7	20.10	35 Fatás, A	8	21.23
36 Corchón, L	13	19.47	36 Burguet, R	9	21.23
37 Masso, J	8	19.38	37 Maravall, A	7	21.00
38 Zilibotti, F	9	19.11	38 Esteban, JM	9	21.00
39 Espinosa, MP	10	19.04	39 Gonzalo, J	8	20.55
40 Fatás, JM	8	18.70	40 Hidalgo, J	7	20.32

Fuente: Econlit (OVID Technologies) y elaboración propia.

de manera que dicho indicador favorece a aquellos autores con un alto número de publicaciones, con independencia de la calidad de las mismas, frente al resto de criterios que, bien por tener un mayor rango de variación en la puntuación o porque se concentran en un número limitado de revistas, priman la calidad de las publicaciones. Por tanto, si se trata de combinar cantidad y calidad, el criterio BAU parece ser el menos apropiado.

Rankings por citas En esta sección se trata de medir el impacto que han tenido las publicaciones en términos del número de citas que han generado en la investigación posterior de otros autores. Como es bien conocido en Economía y en otras ciencias, existe un número de autores prestigiosos que no publican con frecuencia pero que, sin embargo, sus trabajos tienen un enorme impacto. Dichos autores, en el caso que nos ocupa, no aparecerían en lugares destacados en las clasificaciones anteriores pese a haber un generalizado consenso sobre la importancia que han tenido sus publicaciones. Para medir dicho impacto se ha utilizado el número de citas ponderadas por autor para aquellos artículos publicados y citados en la década de los noventa. El número de citas corresponde al número de veces que aparecen en la lista de referencias de una publicación. Por ejemplo, de acuerdo con este indicador de impacto, si un artículo con 3 autores ha tenido 60 citas durante la década de los noventa, el indicador ofrecido asignaría 20 citas a cada autor. La búsqueda del número de citas se ha realizado a través del acceso on-line

Tabla 3.14: Ranking individual para los criterios TC3 y KMS con Ponderación 1/N

	Autor	N	TC3		Autor	N	KMS
1	Gali, J	23	100	1	Gali, J	15	100
2	Vives, X	20	74.13	2	Ríos Rull, JV	8	71.35
3	Canova, F	18	62.24	3	Santos, M	9	70.10
4	Santos, M	13	50.82	4	Canova, F	9	44.12
5	Vega-Redondo, F	13	50.82	5	Sala i Martin, X	10	43.06
6	Sala i Martin, X	13	44.76	6	Boldrin, M	6	33.59
7	Serrano, R	14	43.36	7	Esteban, JM	6	31.93
8	Dolado, JJ	14	38.46	8	Marimon, R	8	31.30
9	Sentana, E	12	37.53	9	Brusco, S	4	29.73
10	Rios-Rull, JV	9	32.87	10	Vives, X	8	27.56
11	Motta, M	11	32.87	11	Barbera, S	4	26.23
12	Arellano, M	8	30.07	12	Ortigueira, S	3	26.07
13	Kranich, L	6	30.07	13	Serrano, R	6	24.93
14	Boldrin, M	8	28.67	14	Sentana, E	4	20.89
15	Mas Colell, A	11	27.97	15	Mas Colell, A	4	19.67
16	Brusco, S	6	27.97	16	Caballé, J	4	19.32
17	Matutes, C	11	27.74	17	Vega Redondo, F	3	18.43
18	Padilla, J	10	27.27	18	Zilibotti, F	5	18.27
19	Campa, JM	9	26.57	19	Kranich, L	3	17.28
20	Marimon, R	10	25.64	20	Ciccone, A	2	16.15
21	Barbera, S	11	24.24	21	De Frutos, MA	2	15.74
22	Silvestre, J	8	23.78	22	Arellano, M	4	15.27
23	Moreno, D	9	22.15	23	Dolado, JJ	5	14.97
24	Hidalgo, J	7	20.75	24	Celentani, M	2	14.93
24	Khun, KU	5	19.58	25	Marhuenda, F	1	14.47
24	Caminal, R	6	19.58	26	Zapatero, F	2	14.38
24	Esteban, JM	7	19.35	27	Novales, A	1	13.71
28	Sakovics, A	7	18.88	28	Cabrales, A	2	13.55
29	Masso, J	7	18.88	29	Ferreira, JL	1	12.24
29	Bentolila, S	7	18.88	30	Sakovics, A	2	10.93

Tabla 3.15: Continuación Tabla 3.14

Autor	N	TC3	Autor	N	KMS
31 Espinosa, MP	7	18.88	31 Calsamiglia, X	1	9.52
32 Delgado, M	5	17.48	32 Marcet, A	3	9.48
33 Candeal, JM	10	17.25	33 Khun, KU	1	9.14
34 Induráin, E	10	17.25	34 Silvestre, J	5	8.82
35 Zilibotti, F	5	16.78	35 Campa, JM	4	8.52
36 Fatás, A	5	16.78	36 De la Fuente, A	1	8.12
37 Velilla, S	2	16.78	37 Alcalde, J	2	7.73
38 Pérez-Castrillo, D	7	15.85	38 Masso, J	2	7.44
39 Caballé, J	4	15.38	39 Ahn, N	1	7.33
40 Lobato, I	5	15.38	40 Faig, M	1	7.10

Fuente: Econlit (OVID Technologies) y elaboración propia.

a la fuente de datos *Web of Science del Institute of Scientific Information*. En la Tabla 3.21 se presenta el ranking obtenido a partir de dicho indicador de los 10 investigadores más citados. Cabe señalar el lugar destacado que ocupa Xavier Sala-i-Martin, cuyos trabajos sobre Teoría del Crecimiento han tenido un fuerte impacto en la literatura económica. Alternativamente se ha calculado también un indicador ponderado de citas durante los años noventa que recoge el impacto de los artículos publicados en cualquier momento del tiempo y que se presenta en la Tabla 3.22. En este caso, el investigador más destacado es Andreu Mas-Colell, cuyas citas casi duplican a las de los siguientes clasificados. Finalmente, la Tabla 3.23 presenta la lista de los 10 artículos de los 90 más citados durante dicha década. En esta clasificación, en concordancia con el ranking ofrecido en la Tabla 3.21, destaca el artículo titulado "Convergence" (JPE, 1992) de Xavier Sala-i-Martin, escrito junto a Robert Barro, cuyo número de citas casi duplica al del segundo artículo con más citas recibidas.

Tabla 3.16: Ranking individual para los criterios UC3 y BAU con Ponderación P(N)

UC3			BAU		
	Autor		Autor		
1	Gali, J	100	1	Canova, F	100
2	Vives, X	79.05	2	Gali, J	94.05
3	Canova, F	76.78	3	Vives, X	79.05
4	Santos, M	67.14	4	Sala i Martin, X	76.43
5	Sala i Martin, X	63.07	5	Dolado, JJ	60.95
6	Vega Redondo, F	57.39	6	Santos, M	59.76
7	Dolado, JJ	57.31	7	Sentana, E	51.67
8	Serrano, R	55.08	8	Silvestre, J	50.00
9	Sentana, E	50.05	9	Serrano, R	49.29
10	Rios Rull, JV	41.16	10	Vega Redondo, F	44.52
11	Mas Colell, A	40.75	11	Campa, JM	43.33
12	Motta, M	40.00	12	Rios Rull, JV	41.90
13	Campa, JM	39.45	13	Motta, M	39.29
14	Arellano, M	37.94	14	Arellano, M	39.05
15	Barbera, S	37.89	15	Mas Colell, A	38.33
16	Boldrin, M	37.19	16	Padilla, J	36.67
17	Marimon, R	36.98	17	Boldrin, M	36.19
18	Matutes, C	36.93	18	Marimon, R	34.29
19	Silvestre, J	36.68	19	Pérez Castrillo, D	32.62
20	Padilla, J	36.43	20	Caballe, J	31.19
21	Pérez Castrillo, D	32.76	21	Barbera, S	30.95
22	Candeal, JC	32.01	22	Delgado, M	30.71
23	Induráin, F	32.01	23	Esteban, JM	29.76
24	Esteban, JM	30.40	24	Matutes, C	29.29
24	Delgado, M	29.45	25	Candeal, JC	28.57
24	Brusco, S	28.89	26	Indurain, E	28.57
24	Moreno, D	28.24	27	Ley, E	27.62
28	Kranich, L	28.14	28	Caminal, R	26.43
29	Sakovics, J	27.74	29	Alba, A	23.57

Tabla 3.17: Continuación Tabla 3.16

Autor			Autor		
UC3			BAU		
30	Caballe, J	27.54	30	Brusco, S	25.24
31	Caminal, R	26.23	30	Gonzalo, J	25.24
32	Bentolila, S	25.83	32	Sakovics, J	25.00
33	Khun, KU	24.87	32	Zilibotti, F	25.00
34	Macho, I	24.55	34	Bentolila, S	24.52
35	Masso, J	24.12	34	Macho, I	24.52
36	Hidalgo, J	23.62	36	Corchón, L	24.29
37	Corchón, L	23.47	37	Faig, M	23.81
38	Zilibotti, F	23.14	38	Jimeno, JF	23.57
39	Espinosa, MP	22.66	39	Kranich, L	23.33
40	Peris, JE	20.75	39	Mármol, F	23.33

Fuente: Econlit (OVID Technologies) y elaboración propia.

3.6.4 Conclusiones

En este artículo se han elaborado rankings de investigación en Economía por instituciones y por investigadores durante el período 1990-1999, utilizando para ello una serie de indicadores bibliométricos sobre la calidad de las revistas científicas en que publican los economistas. En ambos frentes, y teniendo en cuenta una serie de cautelas comentadas a lo largo del trabajo sobre los sesgos existentes en las bases de datos utilizadas, se encuentran una serie de resultados de interés que pueden resumirse como sigue:

En cuanto a instituciones, se encuentra que, con independencia del criterio utilizado, las universidades Autónoma de Barcelona, Alicante, Carlos III, Pompeu -Fabra y el Instituto de Análisis Económico (CSIC) son los cinco centros de investigación donde la producción científica ha sido más elevada y de mayor calidad. Cuando se consideran las publicaciones en el total de revistas incluidas en Econlit, el Campus de Bellaterra (UAB e IAE) ocupa el primer lugar, mientras que cuando sólo se tiene en cuenta un número limitado de revistas, la Universidad Pompeu-Fabra ostenta el liderazgo.

En cuanto a investigadores, Jordi Galí (UPF y NYU) ha sido el investigador mas destacado durante la pasada década, seguido por Fabio Canova (UPF), Xavier Vives (IAE) , Manuel Santos (Arizona), Xavier Sala-i-Martin (UPF y Columbia) , Victor Rios-Rull (Penn) y Fernando Vega-Redondo (Alicante), dependiendo del criterio empleado.

Tabla 3.18: Ranking individual para los criterios TC3 y KMS con Ponderación P(N)

TC3			KMS		
	Autor		Autor		
1	Gali, J	100	1	Gali, J	100
2	Vives, X	79.74	2	Santos, M	96.02
3	Canova, F	65.97	3	Rios Rull, JV	86.80
4	Santos, M	63.38	4	Sala i Martin, X	61.42
5	Sala i Martin, X	55.84	5	Marimon, R	48.28
6	Serrano, R	54.03	6	Esteban, JM	48.01
7	Vega-Redondo, F	52.47	7	Canova, F	45.47
8	Sentana, E	46.49	8	Boldrin, M	45.06
9	Dolado, JJ	44.42	9	Barberá, S	40.45
10	Mas Colell, A	39.74	10	Ortigueira, S	30.31
11	Rios Rull, JV	39.22	11	Vives, X	29.86
12	Barbera, S	37.66	12	Serrano, R	29.65
13	Motta, M	37.40	13	Mas Colell, A	29.29
14	Marimon, R	36.88	14	Brusco, S	28.16
15	Padilla, J	35.58	15	Caballé, J	28.04
16	Arellano, M	35.32	16	Sentana, E	27.62
17	Boldrin, M	35.06	17	Zilibotti, F	25.96
18	Matutes, C	35.06	18	Ciccone, A	24.93
19	Campa, JM	34.29	19	Vega Redondo, F	24.67
20	Esteban, JM	29.09	20	Zapatero, F	21.42
21	Moreno, D	29.09	21	Arellano, M	21.15
22	Kranich, L	29.09	22	Dolado, JJ	17.80
23	Silvestre, J	28.57	23	Celentani, M	16.70
24	Brusco, S	27.53	24	de Frutos, MA	16.12
24	Candeal, JC	27.27	25	Kranich, L	16.09
24	Induráin, E	27.27	26	Calsamiglia, X	14.18
24	Sakovics, J	24.94	27	Marcet, A	14.14
28	Hidalgo, J	24.42	28	Cabrales, D	14.08
29	Masso, J	23.90	29	Khun, KU	13.61
30	Bentolila, S	23.64	30	Marhuenda, F	13.47

Tabla 3.19: Continuación Tabla 3.18

Autor			Autor		
TC3			KMS		
31	Khun, KU	23.64	31	Novales, A	12.76
32	Espinosa, MP	23.12	32	Silvestre, J	12.21
33	Caminal, R	22.08	33	Campa, JM	12.15
34	Pérez Castrillo, D	21.82	34	Sakovics, J	12.13
35	Delgado, M	21.30	35	de la Fuente, A	12.09
36	Caballe, J	20.52	36	Ferreira, JL	11.40
37	Zilibotti, F	20.26	37	Massó, J	11.07
38	Lobato, I	19.74	38	Díaz Jimenez, J	10.99
39	Peña, D	18.70	39	Faig, M	10.58
40	Fatás, A	17.92	40	Castaneda, A	10.48

Fuente: Econlit (OVID Technologies) y elaboración propia.

Tabla 3.20: Correlación entre los rankings según los 8 criterios para las primeras 50 instituciones (coef. corr Spearman)

	UC3	BAU	TC3	KMS	UC3(P)	BAU(P)	TC3(P)	KMS(P)
UC3	1.000							
BAU	.866	1.000						
TC3	.932	.760	1.000					
KMS	.640	.599	.648	1.000				
UC3(P)	.954	.800	.895	.644	1.000			
BAU(P)	.880	.901	.772	.592	.992	1.000		
TC3(P)	.920	.729	.966	.680	.947	.826	1.000	
KMS(P)	.638	.546	.642	.995	.650	.592	.685	1.000

Todas las correlaciones son significativas al 1% (bilateral).

Tabla 3.21: Autores más citados en los 90 considerando sólo artículos publicados en los 90

Pos	Autor	Citas ponderadas
1	Sala- i- M, X	397.5
2	Gali, J	191.3
3	Vives, X	123.0
4	Saint-Paul, G	121.5
5	Arellano, M	105.5
6	Canova, F	83.8
7	Boldrin, M	79.2
8	Motta, M	71.5
9	Dolado, J	65.6
10	Barberá, S	62.2

Fuente: Web of Science (ISI)

Tabla 3.22: Autores más citados en los 90 considerando todos los artículos publicados por éstos

Pos	Autor	Citas
1	Mas Colell, A	1087
2	Sala- i- Martin, X	653
3	Dolado, J	505
4	Vives, X	455
5	Arellano, M	325
6	Marcet, A	285
7	Canova, F	283
8	Gali, J	258
9	Barberá, S	219
10	Bentolila, S	180
Fuente: Web of Science (ISI)		

Tabla 3.23: Artículos publicados en los 90 más citados en los 90

Pos	Autor	Artículo	Citas
1	Sala-i- Martin, X	"Convergence" JPE 1992 (Joint with R. Barro)	293
2	Arellano, M.	"Some tests of specification for panel data: Monte-Carlo evidence and an application to employment equations", Rev Econ Stud 1991. (Joint with S.Bond)	156
3	Dolado, JJ	"The power of cointegration tests", Oxford B Econ Stats,1992 (Joint with J.Kremers and N. Ericsson)	130
4	Bentolila,S. J.	"Firing costs and labor demand : How bad is eurosclerosis?" Rev Econ Stud 1990 (Joint with G.Bertola)	92
5	Gali, J	"How well does the IS/LM model fit post war US data?" QJE,1992	63
6	Sala-i-Martin, X.	"Public Finance in models of endogenous growth" Rev Econ Stud 1992 (Joint with R. Barro)	60
6	Boldrin, M.	"Equilibrium models displaying endogenous fluctuations and chaos: A survey" JME, 1990 (Joint with M. Woodford)	60
8	García-Milá, T.	"The contribution of publicly provided inputs to states economies" Regional Science and Urban Economics, 1992, (joint with T. McGuire)	49
9	Vives, X.	"Nash equilibrium with strategic complementarities" , J. Math Econ, 1990	48
10	Sala-i-M, X	"Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth" AER 1995, (Joint with R.Barro and N.G.Mankiw)	48
Fuente: Web of Science (ISI)			

En cuanto al impacto de las publicaciones, medido por el número de citas ponderadas por autor, se encuentra que Xavier Sala-i-Martin es el autor mas destacado, siendo su artículo "Convergence" (JPE, 1992, con R. Barro) el trabajo mas citado por otros autores durante la pasada década. Si se amplía el índice de citas para incluir referencias a artículos publicados durante o con anterioridad a los noventa, el autor más citado resulta ser Andreu Mas-Colell.

Finalmente, la incorporación de factores como la calidad media de los artículos que publica cada institución o la dimensión temporal de la producción científica permite aportar a la interpretación de los rankings matices que pueden resultar interesantes para la planificación de la Política de investigación.

Por lo que se refiere a temas que quedan pendientes para posteriores investigaciones, cabría destacar los siguientes: (i) analizar la relación entre financiación otorgada por parte del Ministerio de Educación y la calidad de la producción científica de los centros de investigación que la reciben; (ii) construir rankings por instituciones teniendo en cuenta el tamaño de las mismas, de manera que se obtengan indicadores medios o per capita ; (iii) estudiar el grado de dependencia de la productividad científica de cada institución respecto a sus investigadores más prolíficos; (iv) ampliar el período muestral analizado, una vez que Econlit incorpore las publicaciones de los años 2000 y siguientes; (v) incorporar nuevos criterios de ponderación de revistas como el propuesto por Kalaitzidakis (2001).

Capítulo 4

Análisis de la Productividad Científica y la Carrera Investigadora

4.1 Introducción

Este capítulo se dedica a la identificación de los determinantes de la productividad científica una vez concluida la formación pre y postdoctoral así como a la carrera profesional de los investigadores. Para ello, resulta conveniente distinguir varias dimensiones. Por una parte, en lo referente a la productividad científica, se debe diferenciar entre la cantidad de resultados producidos frente a la calidad de éstos. Por otra parte, en la carrera profesional también se identifican dos dimensiones, como son el prestigio del departamento en el que se trabaja y la categoría profesional y/o ingresos.

Cada una de las cuatro dimensiones anteriores, se ve influenciada por diferentes factores, los cuales pueden clasificarse en dos grupos. Por un lado, se encuentran aquellos asociados a características individuales de los investigadores y, por otro, los relacionados con la formación recibida. En el primer grupo se encuentran, entre otros, la habilidad, la edad o el sexo del investigador, mientras que, en el segundo grupo, están la calidad del programa de doctorado o el prestigio del director de tesis por citar algunos.

Para llevar a cabo el estudio, se cuenta con una muestra de 174 investigadores españoles que desarrollan su actividad en cuatro áreas: Física, Química, Bioquímica y Biología. Todos ellos concluyeron su doctorado en el periodo comprendido entre 1985 y 1991. La información de la que

se dispone para cada uno de ellos recoge la actividad y trayectoria profesional correspondiente al periodo que abarca desde que el inicio del doctorado, hasta los primeros 10 años de actividad profesional¹.

Desde el punto de vista metodológico se han planteado dos tipos de análisis complementarios². El primero tiene carácter bivariante y trata de identificar asociaciones entre variables relevantes para el estudio, mediante el análisis de tabulación cruzada. El segundo, a su vez, tiene carácter multivariante y pretende identificar la influencia que presentan diversos factores sobre la productividad y carrera profesional mediante modelos lineales y modelos logit.

Los resultados obtenidos, coincidentes con los de otros estudios (Long 1979, McGinnins 1982, Reskin 1979, Rodgers 1989), permiten hacer las siguientes consideraciones.

- En cuanto a la **productividad en términos cuantitativos**, se concluye que está determinada fundamentalmente por la cantidad y calidad de las publicaciones realizadas durante la etapa predoctoral, así como por el prestigio del departamento de doctorado. La estancia postdoctoral, por su parte, tiene un efecto menor. Respecto al sexo, se encuentra que son los hombres los que publican un mayor número de trabajos per cápita.
- Por otra parte, la **calidad de los trabajos publicados** está determinada por el impacto de las revistas en las que se publica durante el doctorado. En cuanto a la estancia postdoctoral, parece que su realización va asociada a la calidad de las publicaciones, si bien el prestigio del departamento en el cuál ésta se lleva a cabo parece tener sólo una influencia significativa sobre la calidad de las publicaciones. Asimismo, permanece el sesgo a favor de los hombres si bien se ve reducido en relación al que existe en términos de cantidad.
- Respecto a la **carrera profesional**, la calidad del departamento de trabajo a los diez años de carrera profesional parece estar determinada fundamentalmente por el prestigio de los departamentos de doctorado y del primer trabajo. Sin embargo, esta relación

¹Estos datos proceden de la muestra empleada en el Capítulo II de esta Tesis. Se han añadido nuevas variables relacionadas fundamentalmente con la calidad de la formación recibida, así como de la carrera profesional. Ello ha permitido estimar modelos más completos que los propuestos en el citado Capítulo II.

²El siguiente capítulo se realiza un estudio más detallado mediante un planteamiento multiecuacional (o estructural).

puede deberse al hecho observado de que hay un elevado porcentaje de individuos de la muestra que permanecen en los mismos departamentos en los que obtienen el doctorado (endogamia). En cuanto a las ganancias, se ha estimado una relación cóncava con el número de publicaciones así como con la experiencia profesional (i.e. años transcurridos desde la obtención del grado de doctor), lo que supone la existencia de un óptimo en la función de ganancias atendiendo a ambas variables.

Este capítulo está estructurado del modo siguiente. En la sección 2 se analiza el proceso de formación de investigadores identificando cuáles son los principales determinantes así como el modo en el que intervienen sobre la productividad y la carrera profesional. La sección 3 está dedicada a la descripción de la muestra utilizada en el estudio y también a explicar brevemente la metodología empleada. En la sección 4 se presentan los resultados obtenidos a partir de los diferentes análisis. Finalmente, la sección 5, recoge las principales conclusiones derivadas del estudio y las posibles implicaciones sobre las políticas de formación de investigadores. También se detallan las principales deficiencias del estudio y las futuras líneas de investigación.

4.2 Determinantes de la productividad científica y la carrera profesional.

Una cuestión relevante que debe considerarse cuando se estudia la productividad científica es su desigual distribución entre los investigadores. Ello significa que un reducido número de investigadores son responsables de una buena parte de los resultados producidos. Asimismo, la distribución de citas es aún más asimétrica. Una de las razones que causan esta desigualdad es la interrelación existente entre la productividad de un investigador y el prestigio de la institución en la que desarrolla su actividad. Así, por ejemplo, las evidencias empíricas sugieren que un investigador que desarrolla su actividad en un departamento de alto prestigio, dispone de mejores condiciones³ para ser más productivo que si lo hace en un departamento de menor prestigio. En el sentido opuesto, se espera que un científico que publica trabajos de calidad reciba ofertas para formar parte de los departamentos más relevantes⁴. Esta interdependencia,

³ Ambiente de investigación y competitivo, prestigio institucional, efecto halo.

⁴ Esta segunda condición se dará en mayor o menor medida según sea el grado de universalismo existente.

implica la conveniencia de hacer el análisis de la productividad y de la carrera profesional de los investigadores de modo conjunto.

En cuanto a las hipótesis que se desea contrastar en relación con la productividad (cantidad y calidad), se espera que esta se vea afectada por (i) características individuales; (ii) la formación recibida tanto en cantidad como en calidad; (iii) la productividad predoctoral; y (iii) el prestigio de los departamentos en los que desarrolla su actividad, una vez culminada su formación. Según lo anterior, es más probable que un investigador tenga una alta productividad a lo largo de su carrera si tiene mejores habilidades, está más motivado, ha obtenido su doctorado en un buen departamento y ha recibido una formación postdoctoral en centros del máximo nivel internacional.

Respecto a la carrera profesional (rango y prestigio) se espera que, además de los factores anteriores, la predisposición que tenga el individuo a sustituir categoría profesional (ingresos) por prestigio del departamento, sea un determinante de la misma. Este último factor es importante para el estudio que se aborda en este Capítulo, especialmente si se tienen en cuenta las características del mercado de trabajo para doctores en España durante la segunda mitad de los 80 y primera mitad de los 90. En dicho periodo, se produjo un aumento significativo de la oferta de trabajo para jóvenes doctores a raíz de la aparición de universidades de nueva creación que debían configurar sus plantillas, por lo que además, buena parte de los puestos ofertados correspondían con las categorías profesionales superiores (equivalentes a Profesor Titular de Universidad). Al mismo tiempo, los departamentos de universidades consolidadas, presentaban menor capacidad de absorción de doctores, lo que puso las condiciones ideales para que se adoptase por parte de los jóvenes investigadores, un comportamiento conocido como **intercambio rango por prestigio**, dado que, generalmente, las universidades de reciente creación tienen menor prestigio que las que acumulan una trayectoria más larga.

Los siguientes apartados de esta sección, tratan de explicar el modo en el que la productividad y, en algunos casos, la carrera profesional se ve influenciada por (i) las características individuales; (ii) la formación recibida; (iii) la trayectoria profesional previa; y (iv) otros factores.

4.2.1 Características individuales

En este grupo se consideran como variables relevantes: (i) la habilidad; (ii) el sexo; (iii) la edad y experiencia profesional⁵; (iv) el área de investigación; y (v) la motivación.

La **habilidad** es una variable difícil de observar de manera fiable. De hecho, una de las principales dificultades es la ausencia de consenso en cuanto a los indicadores más adecuados para medirla. Si se repasan los trabajos que la tienen en cuenta, se encuentran indicadores tan dispares, y en algunos casos tan controvertidos, como la duración de doctorado, la nota de selectividad, la tasa de obtención de becas de la universidad o las puntuaciones en pruebas de nivel, por citar sólo algunas. El efecto de la habilidad sobre la productividad y la carrera profesional debe ser positivo, teniendo en cuenta que, dicho efecto puede ser tanto directo como indirecto, por ejemplo, a través de la formación.

Respecto al **sexo**, los estudios realizados en diferentes contextos apuntan a la existencia de un sesgo en favor de los hombres tanto en productividad como en impacto⁶. Sin embargo, no se ha aclarado aún de modo fehaciente dónde están las causas de dicho sesgo (Rodgers, 1989) que podría deberse a procesos ascriptivos como son la discriminación a la hora de admitir candidatos a un programa de doctorado o de ser contratado en un departamento determinado. En este trabajo se tratarán de esclarecer algunas de estas incógnitas.

En cuanto a la **edad** y la **experiencia**, se espera que a tengan un efecto positivo sobre los ingresos. No obstante, algunos trabajos muestran que existe una relación cóncava (Lee Hansen, 1978) lo que supone la existencia de un óptimo.

El **área de investigación** repercute en la productividad puesto que tanto los hábitos de publicación como el número de revistas o el tamaño de la comunidad investigadora son sensiblemente distintos entre las diferentes áreas. Por este motivo, en este estudio se han tomado valores estandarizados de la productividad. Respecto a la carrera profesional, pueden existir diferencias entre áreas, si se tienen en cuenta las condiciones del mercado de trabajo para cada una de ellas, aspecto que, sin embargo, no se ha considerado en el presente estudio.

⁵Se entiende por experiencia profesional a los años transcurridos desde la obtención del título de doctor.

⁶Este hecho es lo que se conoce como efecto 'Matilda' en honor a Matilda J. Gage, sufragista y feminista norteamericana, a quien en el s.XIX no le fueron reconocidos convenientemente sus méritos científicos (Rossiter, 1993). La existencia de sesgos en cualquier variable relacionada con productividad o carrera profesional implica la existencia de ascripción que es una desviación de la norma del Universalismo y, por consiguiente, de la eficiencia de la Ciencia como sistema productivo.

Por último, respecto a la **motivación**, diversas evidencias empíricas apuntan un efecto positivo sobre la productividad (Helmreich, 1980), aunque en este trabajo, no se dispone de información sobre esta variable.

4.2.2 Formación recibida

En un sentido estricto podría decirse que la formación de un investigador tiene lugar a lo largo su vida profesional (Carlsson, 1995 Martin Sempere, 1998). Sin embargo, lo que generalmente se considera como formación investigadora es el periodo comprendido entre el comienzo del doctorado hasta la finalización de una estancia postdoctoral⁷, si bien ésta no la disfrutaban todos los doctores.

Las variables más relevantes asociadas a la formación son, (i) la calidad de la formación predoctoral (departamento) de doctorado; (ii) el director de tesis (eminencia y capacidad investigadora); (iii) la realización de estancia postdoctoral y la calidad del departamento donde tiene lugar; y (iv) el ambiente de la formación investigadora (*Research Training Environment o RTE*) (Gelso, 1996).

La calidad de la formación predoctoral se ha medido a partir del prestigio del departamento en el que se obtiene el doctorado. Por razones de homogeneidad, ésta debe medirse empleando la misma escala que variables de la misma naturaleza como es la calidad de la formación postdoctoral se ha medido. La escala elegida ha sido la utilizada en el RAE (*Research Assessment Exercise*) llevado a cabo en el Reino Unido. Para determinar la valoración RAE para los departamentos no británicos, se ha utilizado el procedimiento desarrollado en el capítulo III. La elección de la escala RAE se debe a varios motivos. En primer lugar, se tiene que la mayor parte de los investigadores que forman parte de la muestra realizaron una estancia postdoctoral en el Reino Unido. En segundo lugar, el RAE proporciona una de las pocas escalas que hay en el mundo que permitan valorar prestigio de los departamentos.

El efecto de la formación predoctoral sobre la productividad se espera que sea positivo y mayor que el correspondiente a la formación postdoctoral (McGinnis, 1982, García-Romero, 2000). Por su parte, el efecto de la formación predoctoral sobre la calidad del departamento del

⁷Debe entenderse por estancia postdoctoral aquella que tiene lugar en un centro diferente al departamento de doctorado y con una duración comprendida entre seis meses y dos años.

primer trabajo, pueden darse tanto un efecto positivo como negativo (Stock, 2000). En el caso del efecto positivo, cabrían dos posibles escenarios que son: (a) la existencia de universalismo en el proceso de selección de candidatos; y (b) existencia de endogamia en el mercado de trabajo al coincidir ambos departamentos (doctorado y primer trabajo) lo que da lugar a una correlación positiva. Por su parte, el efecto negativo, podría justificarse por un comportamiento de intercambio "rango por prestigio" descrito previamente.

El papel del **director de tesis o 'supervisor'**, es relevante tal y como se desprende de algunos estudios realizados, tanto sobre la productividad como sobre la carrera profesional (Long, 1985). Una razón para analizar por separado los efectos del supervisor y del departamento en su conjunto, puede ser porque dentro de un mismo departamento, existen investigadores con capacidades investigadora y formadora muy dispares⁸, lo que implicaría que dos doctores en un mismo departamento podrían haber tenido una formación muy diferente. El análisis realizado por Long y McGinnis (1985) acerca del papel del supervisor, identifica tres facetas del mismo, (i) eminencia (reconocimiento), (ii) capacidad investigadora y (iii) colaboración. Cada una de ellas incidiría de modo diferente sobre la carrera y productividad del estudiante. Así, mientras que la eminencia tiene importantes repercusiones sobre la carrera profesional, la capacidad investigadora y colaboración inciden de modo más directo sobre la productividad. También se resalta en el citado estudio la importancia de la relación existente entre mentor y estudiante, pues en caso de ser conflictiva, podría anular los efectos mencionados (Long, 1985 y Fonseca, 1998). Desafortunadamente, el presente estudio, no incluye ninguna de las variables relativas al mentor dado que no se dispone de dicha información.

En relación a la **formación postdoctoral** debe señalarse que se trata de una etapa formativa opcional, sobre cuyo efecto existen diferentes teorías y evidencias empíricas. En primer lugar, algunos autores la consideran esencial para la incorporación de los jóvenes doctores en las *elites* de investigadores o *Invisible Colleges*. Este hecho repercute sobre la productividad en términos de cantidad, pero sobre todo en términos de calidad dado que incrementa la probabilidad de publicar en las revistas de mayor prestigio (Garvey, 1971). Las evidencias empíricas al respecto hablan de un efecto menor en relación con la formación predoctoral (García Romero,

⁸ Algunas críticas a la separación del efecto del mentor se apoyan en el hecho de que un estudiante, a lo largo de su formación predoctoral interacciona con más miembros de su departamento aparte de su mentor. Es por ello, que lo ideal sería considerar ambas variables.

2001), o incluso inexistente sobre la cantidad y reducido sobre la calidad (McGinnis, 1982) aunque otros estudios (Teichler, 1991), ponen de manifiesto la presencia de un efecto significativo cuando existe una diferencia de nivel investigador respecto del departamento (país) de origen.

En lo que se refiere al Ambiente de Formación de Investigadores (AFI) definido por Gelso (1996) como un índice que recoge la calidad de la formación recibida, cabe decir que, si bien resulta relevante para un estudio de estas características, no ha sido posible medirlo satisfactoriamente en los individuos de la muestra empleada en este trabajo. Uno de los indicadores de este aspecto es la integración del estudiante en las actividades de investigación del departamento, haciéndole participe en proyectos de investigación de manera que, como han demostrado algunos estudios, ejerce un efecto positivo sobre la productividad a lo largo de la carrera del investigador (Long, 1985; Brewer, 1999).

4.2.3 Trayectoria profesional

En este bloque se consideran las siguientes variables: (i) calidad del departamento del primer trabajo; (ii) calidad del departamento de trabajo a los 10 años⁹; (iii) categoría profesional que tiene en cada uno de ellos.

El impacto que se espera de la calidad del departamento de primer trabajo sobre la carrera profesional puede ser tanto positivo como negativo. En efecto, en relación con la calidad del departamento a los 10 años, cabe esperar dos opciones que son (a) un efecto positivo, probablemente debido a que no se cambia de departamento a lo largo de ese periodo; y (b) un efecto negativo que reflejaría la situación de quienes cambian a un departamento de menor a otro de mayor nivel. En cuanto al efecto de la calidad del departamento de primer trabajo sobre la productividad, también podrían darse ambos efectos, dado que la incorporación a un departamento de poco prestigio puede ser un incentivo a mejorar y, por tanto, a publicar. Pero al mismo tiempo, si el menor nivel del departamento va ligado a una categoría profesional alta (Prof. Titular), podría suponer un desincentivo para algunos investigadores a publicar.

Respecto a la calidad del trabajo a los 10 años, se espera que tenga un efecto positivo sobre la productividad, dado que los departamentos con mayor prestigio pueden ofrecer mayor

⁹En este caso se considera el trabajo a los 10 años al igual que se hace en Reskin (1979). No obstante, no tiene por qué ser precisamente este periodo. Lo ideal es conocer todos los departamentos por los que se ha ido pasando.

estímulo, mejores medios y recursos (técnicos, becarios, instrumental, biblioteca, etc.) así como una mayor probabilidad de que sean aceptados los trabajos en revistas de prestigio (Long, 1995). No obstante, la hipótesis de un efecto negativo no puede descartarse debido a la aparición de Riesgo Moral en algunos individuos en la muestra.

Por último, sobre el posible efecto de la categoría profesional no existen muchos antecedentes. En principio pudieran darse tanto el efecto positivo como el negativo originado por la falta de incentivos¹⁰.

4.2.4 Otros factores

Pese a que se han considerado los efectos de los factores que más frecuentemente se analizan en la literatura, aún quedan otras variables que pudieran tener algún efecto significativo. Tal es el caso de la ascripción, la paradoja autodestructiva (Merton, 1968), la financiación recibida (Arora, 1996 y 1998), el sesgo de autoselección, las condiciones del mercado de trabajo (Mangematin 2000), el fenómeno de los *late bloomers*¹¹ (Gregg, 1957), los efectos intergeneracionales o la renta y nivel educativo de los padres (Gonzalez López, 1998).

¹⁰La categoría profesional está relacionada positivamente con la edad y los ingresos para los que si existen estudios acerca de su efecto sobre la productividad (Lee Hansen, 1978).

¹¹Concepto que define a quienes destacan en una faceta profesional a edades avanzadas. En el caso de la investigación se ha cuestionado la formación predoctoral y postdoctoral como un filtro de quienes podrían presentar este comportamiento.

Tabla 4.1: Distribución por especialidades de los individuos de la segunda muestra

Área	n	%	% ac.
Biología	51	29.3	29.3
Química	50	28.7	58.0
Bioquímica	40	23.0	81.0
Física	33	19.0	100.0
TOTAL	174	100.0	

4.3 Metodología

4.3.1 Muestra

Los datos que se emplean en este estudio proceden, al igual que los empleados en el Capítulo II, de la Evaluación del Programa MEC-Fleming. Sin embargo esta muestra presenta algunas diferencias: (i) está formada por 174 individuos de los cuales, el 90% estaba en la muestra del Capítulo II; (ii) Se han incorporado nuevas variables debido fundamentalmente al tiempo transcurrido desde que se hizo el trabajo de campo. Así, esta segunda muestra, se reelaboró en el año 2000, lo que permitió observar la carrera investigadora que habían seguido los individuos de la muestra original por un periodo adicional de siete años.

Entre las mejoras introducidas cabe señalar las siguientes:

1. Se incorporan las variables Calidad del Departamento de Doctorado, estancia Postdoctoral, de Primer Trabajo y de Trabajo a los 10 años (en este último caso sólo para 168 individuos).
2. Se han eliminado individuos cuyos campos de investigación tienen un menor número de individuos¹².
3. Se han clasificado atendiendo a su especialidad revisando uno a uno y detalladamente cada Curriculum. Ello ha permitido obtener la clasificación de los 174 individuos en las cuatro áreas que se indican en la Tabla 4.1.

¹²Dichas especialidades son: Tec. de Alimentos (10), Medicina Clínica de Laboratorio (7), CC. Materiales (6), Veterinaria (5), Matemáticas (5), Ing. Química (5), CC. Tierra (4), Medicina Clínica Hosp. (3), Medicina Pública (2), Fisiología (2), Medio Ambiente (2) e Ing. Eléctrica (2).

Como resultado de esta mejora de la muestra se tiene que, para cada individuo, se dispone de información sobre productividad y trayectoria profesional correspondiente al periodo comprendido desde el inicio de la formación predoctoral hasta 10 años después de la obtención del doctorado. Esta información ha permitido plantear un estudio longitudinal en el que la causalidad de las variables esté fundamentada (Long, 1978).

4.3.2 Variables

Las **variables endógenas** que se consideran son: (i) productividad posterior al doctorado; (ii) factor de impacto de las publicaciones tras el doctorado; (iii) la calidad del departamento del primer trabajo¹³; (iv) la calidad del departamento de trabajo a los 10 años; (v) la categoría profesional en cada uno de los dos trabajos; y (v) las ganancias anuales en 1994.

Por lo que se refiere a las **variables explicativas**, se tiene información sobre (i) sexo; (ii) especialidad; (iii) edad; (iv) habilidad; (v) productividad anterior al doctorado en revistas incluidas en el SCI; (vi) factor de impacto de las publicaciones anteriores al doctorado; (vii) calidad del departamento de doctorado; (viii) realización de estancia postdoctoral y calidad del departamento en el que tiene lugar; (ix) productividad en revistas no incluidas en el SCI; (x) el número de proyectos en los que participa; y (xi) el número de comunicaciones a congresos. Estas tres últimas variables se conocen sólo durante la etapa predoctoral. A continuación se presenta una descripción detallada de cada uno de los indicadores empleados para cada variable.

Productividad

La productividad científica presenta dos dimensiones que son: (i) la cuantitativa que se mide a partir del número publicaciones en revistas científicas; y (ii) la cualitativa que se mide a partir del factor de impacto medio relativo¹⁴ de las revistas en las que se publica. En el Cuadro 4.1 se describen los indicadores empleados.

¹³Observe que las variables relativas a la carrera profesional desempeñan en algunos modelos el papel de endógenas mientras que en otros son explicativas.

¹⁴Para elaborar este indicador se ha tenido en cuenta la especialidad dentro de la clasificación del *Journal Citation Reports* (JCR) y se ha dividido por el FI medio de las 10 primeras revistas de dicho campo. Con esta normalización, basada en la transformación propuesta en Schwartz (1996), se atenúan las diferencias que hay entre disciplinas distintas.

Cuadro 4.1. Variables de productividad e impacto

Variable	Descripción
PREPUB	Número de artículos publicados en revistas incluidas en el SCI hasta un año después a la obtención del doctorado. [LPREPUB: Logartimo neperiano de la variable anterior]
NSCI	Número de artículos publicados en revistas no incluidas en el SCI hasta un año después a la obtención del doctorado.
FIA	Factor de impacto relativo de las revistas en las que se publica durante este periodo.
PUB	Número de artículos publicados en revistas incluidas en el SCI durante los primeros 8 años de carrera profesional (excluyendo el primero tras la obtención del doctorado).[LPUB:Logartimo neperiano de la variable anterior]
FID	Factor de impacto relativo de las revistas en las que se publica durante este periodo ¹⁵ .

Características individuales

Los indicadores empleados para las variables relativas a características individuales se recogen en el Cuadro 4.2.

¹⁵En este caso se ha realizado la misma normalización que en FIA.

Cuadro 4.2. Variables de características individuales

Variable	Descripción
HAB	Tasa de abandono de los correspondientes estudios en la universidad donde los individuos obtuvieron su licenciatura.
TDOC	Periodo transcurrido entre el año de licenciatura y el de doctorado.
AREA	Campo en el que se investiga. Se consideran cuatro áreas que son FÍSICA (FIS), QUÍMICA (QUI), BIOQUÍMICA (BIQ) y BIOLOGÍA (BIO) ¹⁶ .
SEXO	Sexo de los individuos codificados como 0 (mujer) y 1 (hombre).
EDAD	Edad de los individuos en diferentes momentos. Edad de doctorado (EDOC) o actual EDAC.
ED94	Edad que los individuos tenían en 1994.
EX94	Experiencia de los individuos en 1994. La experiencia se define como número de años transcurridos desde el doctorado (EX=1994-Año doctorado).

Formación recibida

En este grupo se incluyen los indicadores de la calidad de los departamentos de doctorado y de estancia postdoctoral. Los indicadores utilizados se describen en el Cuadro 4.3.

¹⁶También se conoce la especialidad dentro de cada área a un nivel más detallado.

Cuadro 4.3. Variables de formación

Variable	Descripción
CDOC	Calidad del departamento de Doctorado en la escala RAE.
POST	Dummy que recoge la realización de estancia postdoctoral 0: no hay estancia y 1: si hay estancia.
CPOS	Calidad del departamento de estancia Postdoctoral (escala RAE).

Trayectoria profesional

Este grupo está formado por los indicadores de calidad de los departamentos del primer trabajo y del trabajo tras 10 años de carrera. Los diferentes indicadores están descritos en el Cuadro 4.4.

Cuadro 4.4. Variables de trayectoria profesional

Variable	Descripción
CPT	Calidad del departamento de primer trabajo (escala RAE).
P_PT	País del trabajo a los 10 años. Incluye 5 modalidades (ESP, RU, UE, USA y no investiga).
NIV_PT	Nivel profesional primer trabajo. Incluye 7 modalidades.
CT10	Calidad del departamento de trabajo a los 10 años (escala RAE).
P_T10	País del trabajo a los 10 años. Incluye 5 modalidades (ESP, RU, UE, USA y no investiga)
NIV_T10	Nivel profesional trabajo a los 10 años. Incluye 7 modalidades.
G94	Salario anual bruto de los individuos en 1994.

Tabla 4.2: Descriptiva de variables productividad e impacto

Variable	AREA									
	BIQ		BIO		QUI		FIS		TOTAL	
	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd
PUB	10.68	5.92	9.12	5.93	12.42	8.11	14.86	9.56	11.56	7.64
LPUB	2.31	.58	2.11	.72	2.38	.73	2.53	.77	2.32	.71
FID	.2235	.149	.2724	.195	.4419	.221	1.2501	.842	.5031	.557
PREPUB	4.39	1.99	3.84	3.01	5.60	2.30	6.99	4.85	5.07	3.27
LPREPUB	1.35	.56	1.00	.96	1.61	.56	1.70	.74	1.39	.78
FIA	.1651	.136	.1976	.178	.3376	.184	1.0476	.787	.3929	.494
NSCI	1.23	1.91	3.20	4.28	1.08	1.82	.67	.89	1.66	2.87

Descripción de la muestra

A continuación se detalla una descripción de las variables anteriores para el total de la muestra así como para cada área. Dado el gran número de variables, se presenta organizado en tres grupos: (i) productividad e impacto; (ii) formación y carrera profesional; y (iii) características individuales.

(i) **Productividad e impacto.** En la Tabla 4.2 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables correspondientes a este grupo

Se observa un incremento similar en términos relativos, en la productividad (PUB) respecto de la productividad predoctoral (PREPUB), en todas las especialidades así como en el impacto de las revistas en las que se publica. En cuanto a la productividad en revistas no incluidas en el SCI es claramente superior en el caso de Biología.

(ii) **Formación y carrera profesional.** En la Tabla 4.3 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables de formación y carrera profesional

Se observa un menor prestigio del departamento de doctorado (4.48) que del departamento de postdoctorado (5.28), lo que se justifica porque la mayoría de las estancias postdoctorales

Tabla 4.3: Descriptiva de variables de formación

Variable	AREA									
	BIQ		BIO		QUI		FIS		TOTAL	
	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd	media	sd
SCI_D	57.82	38.77	83.45	61.98	113.08	62.44	186.70	138.37	105.97	89.66
CDOC	4.69	1.13	4.02	1.21	4.46	.51	4.97	1.20	4.48	1.08
SCI_P	97.63	77.35	113.98	89.38	187.20	130.43	506.90	436.47	209.55	260.55
CPOST	5.23	1.47	5.18	1.27	5.24	1.41	5.54	1.35	5.28	1.37
SCI_PT	71.87	55.44	79.96	70.32	89.53	63.75	105.36	115.83	85.88	77.07
CPT	4.89	1.34	3.78	1.86	4.23	.91	3.93	1.66	4.19	1.52
SCI_T10	61.86	46.52	77.21	68.05	88.13	61.92	100.33	113.59	81.30	73.83
CT10	4.70	1.46	3.84	1.69	4.28	.79	3.89	1.49	4.17	1.41

tienen lugar en universidades del Reino Unido, que tienen un nivel medio mayor que las españolas. Asimismo, la calidad del primer trabajo es ligeramente inferior a la del doctorado lo que se explica porque si bien muchos investigadores regresan a los departamentos donde se doctoraron, otros se incorporan a departamentos de menor rango (por ejemplo en universidades de reciente creación). Este último dato concuerda con la existencia de intercambio rango prestigio también encontrado por otros autores (Long, 1993) y que aparece en la muestra con mayor claridad en el caso de Física. Finalmente, en cuanto a la calidad del departamento de trabajo a los 10 años, se observa que es prácticamente idéntica a la del primer trabajo lo que habla de una escasa movilidad posterior a la reincorporación.

El resto de variables relativas a la formación y la carrera profesional se describen a continuación.

- Realización de estancia postdoctoral.

La mayoría de los individuos de la muestra realiza estancia postdoctoral (87.9%) siendo el porcentaje algo menor en el área de Biología, el 82.4% frente al 90.9% de Física .

- País del primer trabajo.

Una vez se ha realizado la estancia postdoctoral (o no), el primer trabajo suele ser en España (86.8%) resultando algo dispar entre áreas. Así se observa que en Química el 96.1% encuentran su primer trabajo en España, así como el 88,2% de los biólogos, el 84.6% de bioquímicos o el

72.7% de físicos. De éstos últimos, el segundo país es el Reino Unido donde un 12.1% encuentran su primer trabajo.

- Nivel profesional del primer trabajo.

La modalidad más común para optar al primer trabajo es la de Beca o Contrato de Reincorporación (y similares) que disfrutan alrededor de un 40% de individuos. Otras dos opciones como son Ayudante y Titular de Escuela Universitaria (y similares) alcanzan proporciones en torno al 21%. Cabe señalar que el porcentaje de abandono es reducido (1.7%), así como el de quienes se incorporan a la industria como investigadores (4%). Así mismo, resulta especialmente llamativo que un 10% de los doctores encuentran su primer trabajo como Profesores Titulares de Universidad. Un análisis desglosado por áreas permite destacar al área de Física donde un 21.2% consigue la plaza de Profesor Titular una vez culminada la estancia. Este dato junto con el menor prestigio del departamento del primer trabajo en relación con el departamento de doctorado, nos habla de la posible existencia de un comportamiento de intercambio de rango por prestigio en esta especialidad.

- País de trabajo a los 10 años.

Una vez han transcurrido 10 años de la obtención del título de doctor, la gran mayoría de investigadores trabaja en España (90.8%) siendo Física el área en la que más expatriados hay (12.1%) y Química la que menos (2%).

- Nivel profesional a los 10 años.

El perfil profesional tras 10 años de carrera resulta llamativo puesto que sólo alrededor del 70% han alcanzado las categorías superiores (Catedrático o Profesor Investigación, Titular o Investigador). Un análisis desagregado por áreas detecta que un 96.8% de los físicos son titulares, frente a un 71.4% de químicos, un 66.7% de bioquímicos o un 48% de biólogos.

(iii) **Características individuales.** En primer lugar en la Tabla 4.4. se presentan los dos indicadores de habilidad que son TDOC y HAB. Se aprecia una gran similitud en cada una de las áreas respecto a HAB y TDOC. En cuanto a la distribución por sexo, queda reflejada en la Tabla 4.5.

Tabla 4.4: Descriptiva características individuales (Habilidad)

Variable		AREA				
		BIQ	BIO	QUI	FIS	TOTAL
HAB	media	10.44	11.43	11.07	10.77	10.98
	s.d	2.96	2.70	2.33	2.81	2.68
TDOC	media	4.74	5.49	5.08	4.94	5.10
	s.d	1.02	2.40	1.64	1.37	1.76

Tabla 4.5: Descriptiva características individuales (Sexo)

Variable	AREA (n / %)				
	BIQ	BIO	QUI	FIS	TOTAL
MUJER	18	22	20	4	64
	46.2	43.1	39.2	12.1	36.8
HOMBRE	21	29	31	29	110
	53.8	56.9	60.8	87.9	63.2

donde se observa que la mayoría son hombres (63.2%) y que el área en la que existe un mayor desequilibrio es la Física donde sólo un 12.1% son mujeres.

4.3.3 Análisis

El estudio que se presenta a continuación, trata de identificar los factores que inciden sobre la productividad y la carrera profesional. Además, se consideran otros aspectos: (i) los determinantes de la realización de una estancia postdoctoral, (ii) determinantes de la obtención de una beca postdoctoral y (iii) determinantes de las ganancias. Para determinar todas estas relaciones entre variables, se ha considerado oportuno abordar el problema tanto desde una perspectiva bivariante como multivariante¹⁷. En la primera, se ha empleado la Tabulación Cruzada. Para ello se han obtenido variables binarias a partir de las descritas en el apartado anterior cuyos dos niveles, alto y bajo, identifican respectivamente a los individuos que están en el tercio superior (percentil 67) frente al resto. La asociación entre los dos factores se ha medido a partir del

¹⁷En el capítulo siguiente se considera una tercera técnica como es la modelización de ecuaciones estructurales (SEM).

estadístico χ^2 de Pearson.

Por su parte, el análisis multivariante se ha llevado a cabo mediante Regresión Lineal (MCO) y regresión logística dependiendo del carácter continuo o discontinuo de la variable endógena. Cada modelo se ha estimado empleando como variables explicativas las que a priori se considera que pueden estar relacionadas con la variable a explicar. El método de estimación ha sido Mínimos Cuadrados Ordinarios y el modelo seleccionado en cada caso es el que presenta el mejor estadísticos de ajuste, concretamente el \bar{R}^2 dado que se trata de modelos anidados¹⁸.

¹⁸No se han considerado otros estadísticos más sofisticados como puedan ser, Cp de Medows, el AIC o el Criterio de Schwartz.

4.4 Resultados

A continuación se presentan los resultados de todos los aspectos analizados, que son: (i) realización de la estancia postdoctoral; (ii) concesión de becas postdoctorales; (iii) prestigio del primer trabajo; (iv) prestigio del trabajo a los diez años de carrera profesional; (v) ganancias; (vi) productividad posterior al doctorado; y, (vii) factor de impacto posterior al doctorado. Dado que se consideran investigadores en cuatro áreas diferentes ha sido preciso tomar los valores estandarizados tanto de LPREPUB como de LPUB¹⁹²⁰

4.4.1 Determinantes de la realización de la estancia postdoctoral

Aunque la variable endógena es binaria, se ha utilizado, además del modelo logit un modelo lineal, con objeto de comparar los coeficientes de las variables que intervienen. Como puede apreciarse en la Tabla 4.6 ambos modelos sugieren la misma estructura según la cual tienen una incidencia positiva sobre la realización de una estancia postdoctoral (POST) las publicaciones predoctorales (PREPUB), mientras que la publicación en revistas no incluidas en el SCI (NSCI) disminuye la probabilidad de realizar la estancia. Todo ello muestra que la realización de la estancia postdoctoral parece estar ligada a la pertenencia a un grupo de investigación puntero. Si bien no es significativo al 95%, el coeficiente del prestigio del departamento de doctorado es positivo lo que está en concordancia con las hipótesis. En relación al efecto negativo de la habilidad, contradice las hipótesis anteriores lo que sólo puede explicarse por las propias deficiencias de este indicador.

En relación con la edad de doctorado (EDOC) el coeficiente negativo concuerda con los hallazgos de McGinnis (1982) y refleja los desincentivos asociados a la edad (vida familiar, categoría profesional, etc.). No obstante, su coeficiente no es significativo²¹.

Respecto a las variables que no son significativas, se tiene, en primer lugar la participación en proyectos durante el doctorado, tal vez debido a que este dato sea más difícil de valorar

¹⁹Se toman las variables en logaritmos para corregir problemas de no normalidad (Long, 1978).

²⁰El test ANOVA sugiere que las diferencias entre valores medios son estadísticamente significativas. Para LPREPUB $F=8.29$ $p=.000$ y para LPUB $F=2.57$ $p=.056$.

²¹Tal vez debido a la escasa variabilidad de la Edad de Doctorado en la muestra.

Tabla 4.6: Determinantes de realización de estancia postdoctoral

Variables	Modelo lineal		Modelo logit	
	β^*	t	β^*	Wald
CDOC	.085	1.10	.277	1.27
PRE	.225	3.08	.665	8.26
NSCI	-.211	-2.81	-.155	5.42
FIA	-.016	-.21	-.028	0.00
HAB	-.150	-1.98	-.255	4.53
EDOC	-.081	-1.12	-.069	.64
R^2	.142		R^2_{Nag}	.229
F	4.57		GOF	173.65

en tanto que la aparición como miembro del equipo investigador en los proyectos no siempre conlleva una participación real en éstos. En segundo lugar, tampoco influye el sexo de los doctores, lo que garantiza la ausencia de ascripción²² en la concesión de becas postdoctorales.

4.4.2 Determinantes de la obtención de becas para la realización de la estancia

Si bien es cierto que existe una amplia mayoría de individuos de la muestra que realizan estancias postdoctorales, también lo es que no todos consiguen las becas de mayor "nivel". En este sentido, cabe pensar en dos categorías de individuos que realizan la estancia. Por este motivo se ha realizado el análisis de la concesión de becas postdoctorales mediante un modelo logit (1, beca denegada y 2, beca concedida) cuyos resultados se recogen en la Tabla 4.7. En ella puede apreciarse que los determinantes de la obtención de becas son la productividad predoctoral tanto en cantidad como en calidad, lo que sugiere la existencia de universalismo. Sin embargo, el efecto significativo y negativo de la edad, podría significar un cierto castigo a los "*late bloomers*", lo cual, por otra parte, se corresponde con un proceso ascriptivo.

A la vista de los resultados anteriores, parece existir un grado de universalismo aceptable. Ello es así, dado que por una parte, el sexo del investigador no parece influir ni sobre el acceso

²²La ascripción es lo opuesto al universalismo, dado que consiste en la concesión de recompensas (becas, puestos de trabajo, etc.) en base a variables distintas al mérito como puedan ser el sexo, la edad, etc.

Tabla 4.7: Determinantes de la obtención de becas postdoctorales

Variables	Modelo logit	
	β^*	t
PREPUB	.543	8.39
FIA	.624	2.23
EDOC	-.119	-2.43
R ²	0.130	
GOF	174.00	

a la formación postdoctoral, ni sobre la obtención de becas; y, por otra, la edad sólo influye en la probabilidad de obtener beca. Al mismo tiempo, las variables asociadas al mérito sí influyen tanto en la realización de estancias como en la obtención de becas por lo que puede afirmarse la existencia de universalismo, lo que garantiza una mayor eficiencia.

4.4.3 Determinantes de la calidad del primer trabajo (CPT)

El siguiente paso, una vez concluida la estancia postdoctoral, es la obtención del primer trabajo, el cual, como pudo comprobarse en la descriptiva es la transición laboral mayoritaria en España.

Como resultado del análisis bivariante, resumido en la Tabla 4.8, se puede apreciar que los factores que presentan una mayor asociación con la Calidad del Primer Trabajo (CPT) son (i) la calidad del Departamento de Doctorado, (ii) la realización de una estancia postdoctoral y (iii) el sexo.

La importante asociación entre CPT y CDOC está justificada porque en numerosos casos ambos departamentos son idénticos, dado que lo habitual es que los investigadores, una vez han concluido su estancia, se reincorporan a su departamento de origen. Por otro lado, son las mujeres las que ocupan puestos en departamentos de mayor calidad, lo que resulta significativo si se tiene en cuenta que un 55.5% de los hombres retornan a su departamento de doctorado frente a sólo un 43.8% de mujeres.

Por otra parte, los factores que no presentan asociación con calidad del departamento del primer trabajo son la cantidad y calidad de las publicaciones predoctorales así como la calidad de la estancia postdoctoral. La ausencia de FIA y PREPUB es coherente y está fundada en

Tabla 4.8: Factores asociados significativamente con CPT

Tabla. CPT vs CDOC					Tabla. CPT vs POST				
		CPT (%)					CPT (%)		
		Bajo	Alto	Total			Bajo	Alto	Total
CDOC	Bajo	81.3	29.8	63.9	POST	No	15.2	3.5	11.3
	Alto	18.8	70.2	36.1		Si	84.8	96.5	88.7
$\chi^2 = 43.309$ $p = .000$					$\chi^2 = 5.155$ $p = .023$				

Tabla. CPT vs sexo				
		CPT (%)		
		Bajo	Alto	Total
Sexo	M	30.4	43.9	34.9
	H	69.6	56.1	65.1
$\chi^2 = 3.031$ $p = .082$				

que, en esta fase aún temprana de la carrera investigadora, el número de publicaciones es aún escaso y muy similar en la mayoría de candidatos. Por este motivo, los comités de selección suelen considerar como criterios de selección fundamentalmente el prestigio del programa de doctorado así como por el de su mentor (Long y Allison, 1979). Sin embargo, también hay que señalar que cabe otra interpretación posiblemente más acorde con la situación española como es la endogamia. El hecho de que CPOST tampoco sea relevante, da sentido a la segunda explicación en detrimento de la primera dado que CPOST, según los resultados obtenidos por McGinnis (1982), debe reemplazar a CDOC en la determinación del primer trabajo.

A partir de estos resultados preliminares se aborda el estudio multivariante, para lo cual es estima el modelo

$$CPT = f(HAB, SEXO, CDOC, CPOST, LPREPUB, FIA) \quad (4.1)$$

cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.9, de donde se desprende que las dos únicas variables que inciden sobre la calidad del primer trabajo son (i) calidad del doctorado y (ii) sexo (efecto negativo). Estos resultados son coherentes con lo hallado en el análisis bivalente y podría ser reflejo de la endogamia una vez concluida la estancia postdoctoral. Dicho comportamiento tiene dos lecturas complementarias: (a) comportamiento tradicional y (b) comportamiento inducido por requisitos legales. En el primer caso, se podría decir que la estancia

Tabla 4.9: Determinantes Calidad departamento de. Primer Trabajo (sin POST)

		Coeficientes				
Modelo		CDOC	SEXO	R^2	\bar{R}^2	F
CPT	β	.520		.271	.266	54.14
	t	7.36				
CPT	β	.523	-.09	.279	.269	28.01
	t	7.41	-1.28			

Tabla 4.10: Determinantes Calidad departamento de. Primer Trabajo (con POST)

		Coeficientes					R^2	\bar{R}^2	F
Modelo		CDOC	POST	FIA	HAB				
CPT	β	.568	.200	-.191	-.090	.271	.394	26.45	
	t	8.68	4.26	-3.02	-1.40				

postdoctoral está integrada plenamente en la formación de los investigadores que en ningún caso están desvinculados del departamento de doctorado al cual éstos se reincorporan. La segunda situación respondería al comportamiento inducido por un requisito legal o una norma tácita para la obtención de una plaza en el departamento. Respecto al efecto en favor de las mujeres, vuelve a concordar con lo ya observado en el análisis bivalente.

Para completar el análisis anterior se prueba la influencia que tiene la realización de la estancia postdoctoral incluyendo la variable POST en el modelo dado por la ecuación && (Tabla 4.10). Se aprecia un efecto significativo y positivo de POST junto con la desaparición del efecto del SEXO. Todo ello parece estar asociado con el carácter selectivo de la estancia la cual es práctica habitual en los grupos de mejor nivel investigador.

4.4.4 Determinantes de la calidad del departamento de trabajo a los diez años (CT10)

Al igual que en el caso anterior, en primer lugar se lleva a cabo el estudio bivalente de donde se concluye que esta variable está asociada de modo significativo a (i) CDOC y (ii) CPT (Tabla

Tabla 4.11: Factores asociados significativamente con CT10

Tabla. CT10 vs CDOC					Tabla. CT10 vs CPT				
CT10 (%)					CT10 (%)				
		Bajo	Alto	Total			Bajo	Alto	Total
CDOC	Bajo	80.9	24.0	63.1	CPT	Bajo	89.1	14.0	65.6
	Alto	19.1	76.0	36.9		Alto	10.8	86.0	34.4
$\chi^2 = 47.827 \ p = .000$					$\chi^2 = 85.922 \ p = .000$				

4.11). La interpretación de este resultado parece de nuevo sencilla, dado que la mayoría de los investigadores obtienen un puesto en el departamento en el que obtuvieron su doctorado, bien como primer trabajo, una vez finalizada la estancia como se ha visto antes, o bien en un momento posterior. Como consecuencia de ello, puede decirse que, una vez transcurridos 10 años de carrera profesional, sólo una minoría de investigadores acaban trabajando en departamentos con un nivel distintos a los de doctorado probablemente porque se trate del mismo departamento.

Entre los factores con los que no hay asociación cabe destacar el sexo, si bien está próximo a presentarla ($\chi^2 = 1.874 \ p = .171$), al igual que en el caso del primer trabajo, son las mujeres las que parecen tener una mayor presencia relativa en los departamentos de mayor calidad.

Por último, a falta de un indicador de impacto más adecuado como podría ser el número de citas, resulta llamativo que el Factor de Impacto relativo en los primeros 8 años de carrera (FID) no tenga ninguna relación con la calidad del departamento a los 10 años (CT10), lo cual parece indicar una cierta ausencia de universalismo aunque, quizás, también tenga su explicación en que no son los departamentos que más publican los que lo hacen en revistas de mayor impacto.

Para aclarar la situación se ha planteado el modelo multivariante indicado en la ecuación siguiente

$$CT10 = f(HAB, CDOC, CPOST, LPREPUB, FIA, CPT, FID, LPUB) \quad (4.2)$$

Una vez estimada, se aprecia que el prestigio del departamento en el que se trabaja a los 10 años de carrera profesional (CT10) está relacionada por orden de significatividad con: (i) calidad del departamento de primer trabajo; (ii) calidad del departamento de doctorado; (iii)

Tabla 4.12: Determinantes de la Calidad del Departamento a los 10 años de carrera (sin POST)

Modelo	Coeficientes						R^2	\bar{R}^2	F
		HAB	CDOC	FIA	CPT	PUB			
CT10	β	-.063	.300	-.107	.587	.102	.644	.631	48.93
	t	-1.17	4.38	-1.95	9.05	1.95			
CT10	β	idem	idem	idem	idem	idem	n.s.		
	t								

publicaciones posteriores al doctorado; (iv) factor de impacto de las publicaciones anteriores al doctorado (efecto negativo) y (v) habilidad (efecto negativo). El sexo no ejerce ninguna influencia en la calidad del destino profesional de los investigadores de la muestra (Tabla 4.12).

Lo más destacable es que hay más factores cuya influencia es significativa, que en el caso del primer trabajo, donde sólo dos lo eran. No obstante, ello no quiere decir que la endogamia desaparezca, puesto que ahora los dos principales determinantes del trabajo a los 10 años son la calidad del primer trabajo (lo que posiblemente esté relacionado con inmovilidad), junto con la calidad del doctorado tal y como se apreciaba en el análisis bivalente.

Respecto al resto de factores cabe destacar, en primer lugar, que la significatividad de la productividad (PUB) parece indicar que, la contratación de investigadores en segundo o posteriores empleos se rige por un mecanismo diferente al observado en el primer empleo para el cual no es significativa la productividad (PREPUB). Este hecho concuerda, una vez más, con resultados obtenidos en otros trabajos (Reskin, 1979, Long, 1993 y 1995).

La explicación del efecto negativo asociado al factor de impacto de las publicaciones predoc- torales (FIA) podría ser la siguiente. Quienes publican en revistas de menor impacto, habiendo realizado su doctorado en departamentos de mayor prestigio, generalmente no se reincorporan sus departamentos de doctorado, dado que están en desventaja respecto otros candidatos más brillantes. Sin embargo, transcurridos 10 años, parece que el efecto se anula y han conseguido mejorar respecto del primer destino. Una observación que se desprende del análisis de la carrera profesional, es que los departamentos de máximo nivel tienden a quedarse con sus mejores doc- tores, lo cual por otra parte, parece un comportamiento existente en otros países como Estados Unidos (McGinnis, 1982).

Tabla 4.13: Determinantes de la Calidad del Departamento a los 10 años de carrera (con POST)

Modelo	Coeficientes						R^2	\bar{R}^2	F	
	HAB	CDOC	FIA	CPT	PUB	SEXO				
CT10	β	-.050	.253	-.079	.633	.082	n.s	.644	.631	48.93
	t	-1.07	4.40	-1.61	11.24	1.73				

Finalmente, el efecto negativo de HAB no parece tener ninguna explicación y tal vez su presencia se deba a las deficiencias que tiene este indicador.

También debe mencionarse la ausencia de efecto del sexo, lo que implica que los hombres, transcurridos 10 años de carrera profesional trabajan en departamentos de mayor prestigio que sus primeros destinos.

Al incluir la variable que refleja la realización de una estancia postdoctoral se observa que el modelo no cambia dado que ni el SEXO, ni la propia variable POST aparecen incluidas en el modelo (Tabla. 4.13)

4.4.5 Determinantes de las ganancias

Otro aspecto importante de la carrera profesional son las ganancias anuales (G94) y los factores que las determinan. En este apartado se presentan los resultados de la ecuación de las ganancias basada en el estudio de Lee Hansen y Weisbrod (1978). Para estimar este modelo se utiliza la muestra empleada en el capítulo II y no la que se emplea en el resto de este capítulo. La razón para este cambio, es que el dato de ganancias anuales sólo se tiene en dicha base de datos obtenida a partir de las respuestas a una encuesta realizada en 1994.

Los coeficientes estimados (Tabla 4.14) concuerdan con las hipótesis de existencia de una relación cóncava con la experiencia (EX) lo que implica la existencia de un máximo. Algo similar ocurre con la productividad en revistas de calidad. En relación con el modelo propuesto inicialmente en Lee Hansen (1978), este incorpora la diferenciación de dos tipos de publicaciones así como la inclusión de la estancia postdoctoral. Los resultados relativos a estas dos variables sugieren mayores ganancias para los que han realizado la estancia postdoctoral, mientras que la relación con las publicaciones predoctorales en revistas no incluidas en el SCI es negativa.

Tabla 4.14: Determinantes de las Ganancias

Modelo		Coeficientes							
		SCI	SCI ²	NSCI	POST	CJ	EX	EX2	ED
log G94	β	.649	-.458	-.241	.108	-.122	.815	-.350	-.221
	t	3.08	-1.95	-1.32	1.33	-1.50	2.25	-.995	-2.21
	R^2	.397							
	F	8,27							

Respecto a la edad, se tiene un resultado no acorde con las hipótesis que apuntan hacia un coeficiente positivo asociado a la edad y uno negativo al cuadrado de ésta (relación cóncava). La explicación podría ser la relativa juventud de los individuos de la muestra²³.

Puesto que el comportamiento de las ganancias respecto de la productividad es cóncavo, es posible determinar el valor de publicaciones con el que se alcanza el máximo nivel ganancias. Para ello, derivando la ecuación de ganancias respecto de SCI e igualando a cero se obtiene

$$\frac{\partial \log G}{\partial SCI} = \alpha - 2\beta (SCI) = 0 \quad (4.3)$$

de modo que el óptimo de la función de ganancias será

$$SCI^* = \frac{\alpha}{2\beta} = \frac{0.01475}{0.0002050} \simeq 71 \quad (4.4)$$

Dicho cálculo indica que el máximo nivel de ganancias se obtiene cuando se han publicado alrededor de 70 artículos²⁴. Este dato parece estar en consonancia con la productividad de investigadores en las áreas consideradas en este estudio (Biología, Química, Bioquímica y Física). Aunque sería muy interesante explorar posibles diferencias entre dichas áreas, no se ha podido realizar debido fundamentalmente al reducido número de casos que se tendrían en cada una de ellas.

²³En relación con esto hay que recordar que las estimaciones de este modelo se han hecho con las edades que los investigadores tenían en 1994.

²⁴Para el caso de investigadores en Economía en Estados Unidos Lee Hansen (1978) obtiene que el máximo se alcanza para 31 artículos.

Tabla 4.15: Factores asociados significativamente con la Productividad en los primeros 8 años de carrera

Productividad (PUB) vs PREPUB					Productividad (PUB) vs FIA				
		PUB (%)					PUB (%)		
		Bajo	Alto	Total			Bajo	Alto	Total
PREPUB	Bajo	75.4	45.1	66.3	FIA	Bajo	71.8	56.9	67.3
	Alto	24.6	54.9	33.7		Alto	28.2	43.1	32.7
$\chi^2 = 14.651$ $p = .000$					$\chi^2 = 3.596$ $p = .058$				
Productividad (PUB) vs sexo					Productividad (PUB) vs POST				
		PUB (%)					PUB (%)		
		Bajo	Alto	Total			Bajo	Alto	Total
Sexo	M	39.0	25.5	34.9	POST	No	13.6	5.9	11.2
	H	61.0	74.5	65.1		Si	86.4	94.1	88.8
$\chi^2 = 2.853$ $p = .091$					$\chi^2 = 2.103$ $p = .147$				

4.4.6 Determinantes de la productividad en los primeros ocho años de carrera

El análisis bivariante permite identificar que las variables asociadas con la productividad posterior al doctorado (PUB) son, por orden decreciente de significatividad, (i) la productividad predoctoral, (ii) el impacto de las publicaciones previas al doctorado, (iii) el sexo y (iv) la realización de una estancia postdoctoral (Tabla 4.15).

De estos resultados se desprende que los investigadores más productivos en los primeros años de carrera son también los que más publican antes de terminar el doctorado y que, además, lo hacen en revistas de calidad. Adicionalmente, parece que los hombres publican más que las mujeres en los primeros años de carrera, lo cual es acorde con lo observado en otros estudios (Broder, 1993; Long, 1993 y Xie, 1998). Este resultado constituye un primer indicio de la existencia del Efecto Matilda (Rossiter, 1993) en la muestra, si bien para confirmarlo, sería preciso comprobar que se produce un resultado similar con las citas recibidas²⁵.

²⁵ Algo previsible si atendemos al hecho de que generalmente la distribución de citas es aún más desigual que la de publicaciones debido, entre otras cosas, a la presencia del efecto Mateo.

En lo que hace referencia a la formación postdoctoral, resulta ser más importante su realización (POST) que la calidad del departamento en la que tiene lugar (CPOST), dado que esta última variable no presenta asociación significativa con PUB. Estos resultados concuerdan, tanto con los obtenidos en el Capítulo II como con los obtenidos por McGinnis (1982). Algunas razones para justificar este efecto de la formación postdoctoral podrían ser: (i) la duración de la estancia; (ii) los conocimientos adquiridos; y (iii) los efectos anticipados. Respecto al primero, la estancia postdoctoral tiene una duración escasa (la media es 1.18 años)²⁶. En relación con el segundo, cabe señalar que la etapa postdoctoral de la formación tiene una finalidad adicional a la del aprendizaje, como es la integración de los jóvenes investigadores en los círculos sociales que conforman la Ciencia (Garvey, 1971). Por último, el tercero hace referencia a que es bastante habitual que la estancia tenga lugar en grupos con los que ya existen otros vínculos (proyectos conjuntos, intercambio de personal, sabáticos, etc.). Ello implica que los conocimientos asimilados por el investigador durante su formación predoctoral son comunes en buena parte a los que tendrá acceso durante la estancia postdoctoral, por lo que su efecto sobre la productividad estará incorporado en parte en la formación predoctoral.

La ausencia del efecto de la calidad del departamento de doctorado puede deberse a que sea más importante el efecto del supervisor (o quizás del grupo de investigación), aspectos que quedan reflejados parcialmente en la productividad predoctoral.

En cuanto a la ausencia de asociación con la calidad de los departamentos de primer trabajo (CPT) y de trabajo a los 10 años (CT10), puede ser debido a múltiples factores que actúan en sentido opuestos y que deben ser explorados con mayor detalle.

El resto de factores, es decir, la calidad de los departamentos de doctorado y estancia postdoctoral, de primer trabajo y de trabajo a 10 años no influyen en la productividad de modo significativo.

Dado el interés para los objetivos del capítulo del comportamiento de la variable PUB se han realizado dos análisis combinando tres variables. En la primera de ellas (Tabla 4.16), se considera la habilidad (HAB), con la calidad de doctorado.

²⁶Precisamente la escasa duración de las estancias fue una de las observaciones más frecuente de los investigadores encuestados.

Tabla 4.16: Combinaciones de Habilidad y CDOC y su relación con la productividad

		HAB			
		Baja		Alta	
		CDOC		CDOC	
		Baja	Alta	Baja	Alta
PUB	Baja	70.0	76.1	62.2	68.8
	Alta	30.0	23.9	37.8	31.3

Tabla 4.17: Combinaciones de CPT y CT10 y su relación con la productividad

		CPT			
		Baja		Alta	
		CT10		CT10	
		Baja	Alta	Baja	Alta
PUB	Baja	70.4	28.6	66.7	74.4
	Alta	29.6	71.4	33.3	25.6

Donde puede apreciarse, los individuos con mejores habilidades HAB^{ALTA} publican más sea cual sea el doctorado que realicen, puesto que

$$PUB(HAB^{ALTA} + CDOC_{BAJA}) > PUB(HAB_{BAJA} + CDOC_{BAJA}) \quad (4.5)$$

$$PUB(HAB^{ALTA} + CDOC^{ALTA}) > PUB(HAB_{BAJA} + CDOC^{ALTA}) \quad (4.6)$$

Por su parte, una segunda tabla combina la calidad del primer trabajo con la calidad del trabajo a 10 años (Tabla 4.17). Se observa que los que más publican son quienes siguen la trayectoria $CPT_{BAJO} \rightarrow CT10^{ALTO}$ (71% tienen productividad alta), mientras que por el contrario los que menos productividad tienen son los que siguen la trayectoria $CPT^{ALTO} \rightarrow CT10^{ALTO}$ (25.6% tienen productividad alta). Esta situación podría ser reflejo de la presencia de riesgo moral así como de un cierto efecto negativo de la endogamia sobre la productividad científica.

Tabla 4.18: Determinantes de la Productividad posterior al doctorado (sin POST)

Modelo		Coeficientes					R^2	\bar{R}^2	F
		CDOC	PREPUB	FIA	CT10	SEXO			
LPUB	β^*	-.209	.478	.163	.212		.279	.258	13.15
	t	-2.18	6.42	2.09	2.26				
LPUB	β^*	-.204	.467	.144	.212	.092	.287	.261	10.86
	t	-2.13	6.24	1.82	2.26	1.23			

El modelo propuesto en el estudio multivariante de la productividad es el que se indica en la siguiente ecuación

$$LPUB = f(HAB, CDOC, CPOST, PREPUB, FIA, CPT, CT10, FID, SEXO) \quad (4.7)$$

donde $LPUB$ es el logaritmo de las publicaciones en los primeros 8 años de carrera²⁷. Una vez estimado, el mejor modelo sugiere que los determinantes principales de la productividad son, por este orden, (i) Publicaciones durante el doctorado; (ii) Calidad del departamento donde se trabaja a los 10 años²⁸; (iii) Calidad del doctorado (efecto negativo); (iv) Factor de impacto antes del doctorado; y (v) sexo. (Tabla 4.18)

Los valores estimados permiten afirmar que el hecho de publicar resultados de la tesis en buenas revistas puede considerarse una garantía de productividad posterior. Así mismo, el departamento en el que se trabaja a los 10 años influye en la productividad positivamente tal y como se espera según las hipótesis y estudios previos.

En cuanto al efecto negativo de la calidad del departamento de doctorado, que en principio pudiera parecer contraintuitivo, se pueden proponer al menos tres posibles explicaciones. La primera es que un departamento que publica más, no tiene por qué ser necesariamente el que lo hace en las mejores revistas. Una segunda justificación puede ser la evidencia apreciada en algunos estudios de que la función formadora de los investigadores de un departamento tiene una relación cóncava con la productividad, de modo que si se publica mucho, la función docente

²⁷ Esta transformación se toma para corregir problemas de normalidad de la variable PUB (Long, 1981)

²⁸ La inclusión de CT10 (departamento trabajo a los 10 años) como variables explicativa de la productividad a los 8 años de la carrera profesional (PUB) puede justificarse asumiendo que el Departamento en el que se trabaja a los 10 es el mismo que el departamento en el que se trabaja a los 8 años.

Tabla 4.19: Determinantes de la Productividad posterior al doctorado (con POST)

Modelo	Coeficientes				R^2	\bar{R}^2	F
		PREPUB	CPT	SEXO	POST		
PUB	β^*	.442	.076	.116	.184	.299	.281
	t	6.36	1.62	1.71	2.58		16.43

queda desatendida (Allison, 1990). Por último, la tercera explicación puede deberse a que los investigadores que son formados en departamentos de menor prestigio y que tienen una buena productividad, adoptan un comportamiento no endogámico y optan a puestos en departamentos de mayor prestigio en los cuales incrementan su productividad.

Finalmente, respecto a la influencia del sexo, aunque el parámetro no es significativo al 95%, puede decirse que existe un ligero sesgo hacia los varones. Es decir, parece que los hombres son más productivos que las mujeres si se consideran los primeros 8 años de carrera.

Si se incluye la estancia postdoctoral mediante la variable POST, se aprecia que reemplaza a la calidad del doctorado y sustituye CT10 por CPT (Tabla 4.19).

4.4.7 Determinantes del impacto posterior al doctorado (FID)

En este caso sólo dos variables muestran una asociación significativa con el Factor de Impacto de las publicaciones posteriores al doctorado. Dichas variables son (i) el Factor de Impacto de las publicaciones predoctorales y (ii) la realización de una estancia postdoctoral (Tabla 4.20).

A lo ya argumentado para el caso de las publicaciones, cabe añadir que la realización de la estancia es un factor positivo de cara a producir resultados de impacto, si bien no parece que se pueda concluir que dicho efecto se deba a la estancia en sí, dado que la calidad del departamento donde se realiza no parece influir en este análisis. También debe señalarse que estos resultados concuerdan con los presentados en el Cap. II, donde FIA se tomaba como un indicador de 'habilidad' y la variable empleada para la calidad de la estancia era bastante similar a POST. El resto de factores no parecen afectar a FID a este nivel de significación y con toda la muestra.

Tabla 4.20: Factores asociaciados significativamente con FID

FID vs FIA					FID vs POST				
FID (%)					FID (%)				
Bajo Alto Total					Bajo Alto Total				
FIA	Bajo	82.3	36.4	67.3	POST	No	15.0	3.6	11.3
	Alto	17.7	63.6	32.7		Si	85.5	96.4	88.7
$\chi^2 = 35.452 \ p = .000$					$\chi^2 = 4.800 \ p = .028$				

Tabla 4.21: Determinantes del Impacto en los primeros 8 años de carrera (sin POST)

Coeficientes											
Modelo		CDOC	PREPU	FIA	NSCI	CPOS	CPT	SEXO	R^2	\bar{R}^2	F
FID	β	.081	-.099	.822	-.053	.082	-.110		.795	.785	86.37
	t	1.60	-2.45	19.28	-1.32	2.01	-2.25				
FID	β	.083	-.104	.813	-.053	.078	-.108	.049	.797	.786	74.50
	t	1.64	-2.57	18.82	-1.33	1.91	-2.23	1.21			

El modelo multivariante para el Factor de Impacto correspondiente a la ecuación

$$FID = f(HAB, CDOC, CPOST, LPREPUB, FIA, CPT, CT10, LPUB) \quad (4.8)$$

El modelo estimado presenta un ajuste y significación sensiblemente mejor a los anteriores. A la vista de los parámetros puede decirse que el Factor de Impacto posterior al doctorado queda determinado por: (i) el factor de impacto de las publicaciones previa al doctorado; (ii) la calidad del departamento de primer trabajo (efecto negativo); (iii) la productividad previa al doctorado (efecto negativo); (iv) la calidad del departamento de estancia postdoctoral; (v) la calidad del departamento de doctorado; (vi) las publicaciones previas al doctorado en revistas no incluidas en el SCI (efecto negativo); y (vii) el sexo. (Tabla 4.21)

Tal como ya se había apreciado en el análisis bivariante, el factor de impacto previo al doctorado es el principal determinante del factor de impacto posterior, lo cual tiene una explicación bastante obvia. Son los investigadores que publican los resultados de sus tesis en buenas revistas, los que mejor formación han recibido y presentan las mejores aptitudes para desarrollar investigación de calidad.

En cuanto al efecto negativo de la calidad o prestigio del primer trabajo se justifica por el hecho, ya observado en el análisis descriptivo, de que algunos investigadores se incorporan primero a departamentos de menor nivel que el del departamento en el que realizan su doctorado, lo que no parece afectar a la calidad de sus resultados. El otro efecto negativo, asociado a la productividad anterior al doctorado, parece ir en contra de las hipótesis. Sin embargo, podría ser debido a que no es lo mismo la calidad que la cantidad, cuando se trata de producción científica. De este modo, si se publica habitualmente en revistas de mayor prestigio, el número de publicaciones debería ser menor que cuando se publica en revistas más accesibles.

En cuanto al impacto de la formación recogido en los coeficientes de CDOC y CPOST, se observa que ambos son positivos, lo que denota que una mejor formación incide sobre la calidad de los resultados que obtiene un investigador, si bien no en la cantidad como se ha visto anteriormente.

El efecto negativo de las publicaciones predoctorales en revistas de menor calidad parece estar acorde con las hipótesis, dado que publicar los resultados de la tesis en revistas no incluidas en el SCI equivale a que éstos no son de primer nivel. No obstante, el escaso número de trabajos publicados en revistas de estas características en especialidades como las que se consideran en el presente estudio, haría necesario un estudio en mayor profundidad.

Para finalizar, el efecto del sexo es muy pequeño²⁹ y de nuevo a favor de los varones. Sin embargo, y aun en el caso de que fuese un efecto más importante, no debiera interpretarse como evidencia del efecto Matilda ya que, como se comentó anteriormente, ello ha de contrastarse con las citas recibidas.

La inclusión en el modelo de la variable binaria POST sustituyendo a CPOST no altera la estructura del modelo si bien esta nueva variable resulta ser más significativa que la original (Tabla 4.22).

²⁹De hecho, cuando se emplean como indicadores de calidad de los departamentos sus correspondientes producciones científicas, el sexo no es significativo.

Tabla 4.22: Determinantes del Impacto en los primeros 8 años de carrera (con POST)

Modelo	Coeficientes								R^2	\bar{R}^2	F
		CDOC	PREPUB	FIA	NSCI	POST	CPT	SEXO			
FID	β	.062	-.097	.833	-.057	.118	-.079	.054	.787	.777	79.77
	t	1.32	-2.49	20.59	-1.43	2.79	-1.65	1.41			

4.5 Conclusiones

El estudio de la productividad científica en el contexto de la carrera profesional requiere un planteamiento multivariante, puesto que son numerosos los factores que pueden influir sobre ella. Entre dichos factores, destacan la cantidad y calidad de formación recibida por los investigadores, la trayectoria profesional que siguen una vez concluyen su doctorado. Los estudios realizados apuntan hacia un relevante papel de la formación predoctoral así como de la existencia de efectos poco significativos de la formación postdoctoral.

En este capítulo se han planteado modelos que tratan de explicar diferentes acontecimientos que tienen lugar a lo largo de la carrera de un investigador, como son la realización de formación postdoctoral, la obtención de beca para dicha formación, el prestigio del departamento de primer trabajo una vez ha concluido su formación, el salario, la productividad científica a los ocho años de carrera profesional y el prestigio del departamento de trabajo a los diez años de haber concluido el doctorado.

Los resultados permiten alcanzar dos conclusiones importantes (i) la mayoría de los efectos observados coinciden plenamente con los obtenidos en otros estudios realizados previamente y (ii) hay una serie de resultados que pueden estar influenciados por el carácter endogámico del sistema universitario español.

De entre los principales resultados obtenidos, cabe destacar el importante efecto de la productividad derivada de la tesis sobre la productividad posterior, así como la presencia de un sesgo en contra de las mujeres en cuanto a productividad científica. No obstante, dicho sesgo no parece existir en cuanto a la calidad de los resultados producidos.

De los resultados anteriores, pueden extraerse dos tipos de implicaciones a tener en cuenta en la política de investigación: (i) por un lado, la mejora de la calidad de los programas de doctorado estableciendo un mecanismo regulador que otorgue sólo a los mejores programas de

doctorado la posibilidad de formar investigadores; (ii) por otro lado, desarrollar bases de datos de indicadores de calidad de departamentos a nivel europeo, así como disponer de información de las habilidades de todos los graduados en general, y de los estudiantes de doctorado en particular.

En cuanto a las posibles mejoras a tener en cuenta en estudios posteriores se consideran las siguientes:

- Obtener un indicador de la habilidad de los investigadores más fiable similar a los que se emplean en la literatura, como son los test o pruebas de nivel o el ratio de candidatos admitidos frente a los presentados en cada universidad.
- Realizar un estudio comparativo por disciplinas de modo que sea posible apreciar la existencia de diferencias estructurales entre éstas. Asimismo, sería conveniente disponer de una muestra que incluyese estudiantes de doctorado de distintos países a fin de evaluar la eficacia de los diferentes sistemas educativos.
- Analizar en profundidad los determinantes de la productividad postdoctoral. En particular, determinar en qué medida ésta se debe al prestigio del mentor o al del departamento.

Capítulo 5

Análisis de la Productividad Científica y la Carrera Investigadora. Un enfoque estructural.

5.1 Introducción

En el capítulo anterior se ha podido comprobar que la existencia de una serie de factores relacionados con la productividad científica y la carrera profesional de los investigadores. Asimismo, algunos de estos factores dependen, a su vez, de otras variables como es el caso de la realización de una estancia postdoctoral. Todo ello sugiere la existencia de una relación estructural entre las diferentes variables implicadas. En este contexto, este capítulo tiene como objetivo fundamental determinar cuáles son las características de la mencionada relación estructural entre tras la productividad científica y la carrera profesional de los investigadores.

Para ello, se han considerado diferentes aproximaciones teóricas que ofrecen explicaciones alternativas acerca del proceso que da lugar a la producción científica. Tal es el caso de la Teoría del Capital Humano, del Conocimiento del Trabajo, o las hipótesis de Señalamiento, Ventaja Acumulativa o Mérito, por citar algunas. A partir de cada teoría se han estimado dos modelos que se diferencian en que en uno de ellos se ha añadido una variable *dummy* (*POST*) que recoge la realización de estancia postdoctoral. Con el planteamiento de dichos modelos se espera cubrir

dos objetivos que son: (i) identificar qué teorías son las que fundamentan los modelos que mejor ajustan los datos y (ii) obtener un modelo empírico óptimo (*Best Fit Model*), que incorpore todas las relaciones estructurales que son significativas.

Para llevar a cabo el estudio se ha utilizado la misma muestra que en Capítulo IV formada por 174 doctores españoles en cuatro áreas: Física, Química, Bioquímica y Biología. Los individuos incluidos en la muestra proceden de la empleada para la Evaluación del Programa MEC-Fleming (García-Romero, 1996) y todos ellos concluyeron su doctorado en el periodo comprendido entre 1985 y 1991. Para cada uno de ellos, se dispone de información acerca de su carrera profesional abarcando desde que comienzan el doctorado hasta transcurridos 10 años de la obtención del título de doctor¹. Para estimar los modelos estructurales mediante la técnica de Path Analysis se ha utilizado el programa estadístico EQS.

Los resultados ponen de manifiesto que, para modelos como el de Mérito -que asume la existencia de universalismo- y el empírico de Helmreich, los estadísticos de ajuste son muy buenos y la mayoría de los parámetros son significativos. Las principales conclusiones que se pueden deducir de estos resultados son las siguientes: (i) existe un efecto de la habilidad sobre el prestigio del programa de doctorado así como de éste respecto del primer trabajo; (ii) la productividad de los primeros años de carrera viene determinada fundamentalmente por cuatro factores que son el sexo (los hombres publican más), la productividad previa al doctorado, la realización de estancia postdoctoral (especialmente sobre la calidad más que sobre la cantidad) y la calidad del programa de doctorado.

Este capítulo está organizado del modo siguiente. En la sección 2, se esbozan los fundamentos de las teorías que explican la productividad científica. Así mismo, se especifican los modelos asociados a cada una de ellas. A continuación, en la sección 3, se describe el método de estimación así como las variables utilizadas en los diferentes modelos. La sección 4 presenta los resultados más significativos de los modelos estimados así como del modelo empírico construido a partir de éstos. Finalmente, la sección 5, recoge las principales conclusiones y las posibles mejoras y las futuras líneas de investigación.

¹Estos datos proceden de la muestra empleada para la evaluación del Subprograma de Becas Postdoctorales MEC-Fleming llevada a cabo en 1995 (García-Romero A 1996). Así mismo, se les han añadido otros recopilados en diversas fuentes (SCI, JCR, Internet etc.)

5.2 Principales teorías sobre la productividad científica

El estudio de la productividad científica se ha abordado desde diferentes perspectivas asociadas con disciplinas como la Economía, la Sociología o la Psicología. Para cada una de ellas, el proceso que explica la productividad científica viene determinado por un mecanismo diferente si bien algunas de ellas comparten algunas hipótesis tales como las asociadas con el papel que desempeña la habilidad de los individuos.

En este apartado se consideran seis modelos, dos de los cuales tienen carácter económico (Teoría del Capital Humano y del Señalamiento); otros dos son sociológicos (Universalismo y Ventaja Acumulativa); y, finalmente, los dos restantes, tienen su origen en la Psicología (Conocimiento del Trabajo y modelo empírico de Helmreich).

5.2.1 Teorías económicas

En el caso de los enfoques económicos, se asume que los investigadores toman decisiones sobre inversión en educación (realizar el doctorado) que pueden influir, tanto en su productividad como en su carrera investigadora. Por tanto, resulta fundamental conocer cuáles son los determinantes de tales decisiones, así como el efecto que éstas tienen sobre la productividad científica y carrera profesional. Se consideran dos enfoques económicos basados en las teorías de Capital Humano y Señalamiento respectivamente. A continuación se detallan las hipótesis asociadas a cada una de ellas.

Teoría del Capital Humano

Según esta teoría, la educación es una inversión, de modo que, si un individuo decide continuar formándose, será porque el coste marginal de un periodo adicional de formación (por ejemplo el doctorado), es igual o inferior al beneficio marginal que espera obtener tras esa formación, dado que ésta aumenta sus habilidades, lo que supone una mayor productividad. Por otra parte, los individuos con mayor nivel de habilidades son los más productivos, al mismo tiempo que incrementan en mayor medida su productividad tras la formación. Ello supone la existencia de efectos directo e indirecto de la habilidad sobre la productividad.

Según lo anterior se tendrá que la habilidad (HAB) de los individuos influye sobre (i) la

calidad de la formación que éstos reciben (*CDOC*); y (ii) la productividad (*PUB*). Al mismo tiempo la Calidad de la formación (*CDOC* y *POST*) así como la calidad del departamento de primer trabajo (*CPT*) también influyen sobre la productividad (*PUB*).

Las ecuaciones asociadas a la Teoría del Capital Humano son las siguientes,

$$CDOC = b_1 HAB + e_i \quad (5.1)$$

$$CPOST = c_1 CDOC + e_i \quad (5.2)$$

$$CPT = d_1 CPOST + e_i \quad (5.3)$$

$$LPUB = a_1 HAB + a_2 CDOC + a_3 CPOST + a_4 CPT + e_i \quad (5.4)$$

donde *LPUB* es el logaritmo de las publicaciones durante los primeros 8 años de carrera. *HAB* es un indicador de la habilidad de los individuos determinado por la tasa de abandono de los estudiantes en la universidad en la que obtuvieron su licenciatura. *CDOC*, *CPOST* y *CPT* son respectivamente la calidad del departamento de Doctorado, del departamento de estancia postdoctoral y del primer trabajo (ambos en la escala RAE) y e_i ($i = 1, \dots, 4$) es el término de error.

Teoría del Señalamiento

Esta Teoría postula que la habilidad es el principal determinante de la productividad de los individuos. Sin embargo, la habilidad no es observable, por lo cual, los individuos, invierten en formación para que ésta sirva de señal en el mercado de trabajo. Este papel de la formación como señal de la habilidad está justificado porque a mayor habilidad, menor es el coste marginal de la formación, lo que supone una correlación positiva entre ambas.

Por tanto, bajo esta hipótesis, un individuo con más y mejor formación, será también el que presente el mayor nivel de habilidades y, por tanto, también el más productivo.

Según esta teoría la habilidad *HAB* determina la calidad de la formación recibida, *CDOC*, que a su vez incide sobre la realización de la estancia postdoctoral *POST*, la cual determina la calidad del primer trabajo *CPT* que finalmente explicará la productividad *PUB*². En este

²En realidad la calidad de la formación *CDOC* y *POST* actúan como señales en el mercado de trabajo lo que

caso el modelo quedará reflejado en las ecuaciones siguientes.

$$CDOC = a_1HAB + e_i \quad (5.5)$$

$$CPOST = b_1CDOC + e_i \quad (5.6)$$

$$CPT = c_1CPOST + e_i \quad (5.7)$$

$$LPUB = d_1CPT + e_i \quad (5.8)$$

Las variables *CDOC*, *HAB*, *CPOST*, *CPT*, *LPUB* y e_i son las mismas que las definidas en el apartado anterior.

5.2.2 Teorías Sociológicas

La Ciencia es un Sistema Social regido por unas reglas o principios básicos (Merton, 1959). Una de estas normas, es el universalismo, según el cual todas las recompensas deben concederse exclusivamente en base al mérito de los investigadores. Por otra parte, la estructura social de la Ciencia se basa en un sistema estratificado que se manifiesta tanto en lo relativo a la productividad (Ley de Lotka) como al prestigio (Efecto Mateo). La causa de dicha estructura parece ser la existencia de procesos de ventaja y/o desventaja acumulativas. Estos dos argumentos permiten plantear los fundamentos de las dos teorías siguientes.

Teoría de la ventaja acumulativa

Esta hipótesis viene a justificar que las diferencias de productividad entre investigadores no dependen tanto de sus habilidades, como de una sucesión de mecanismos que hacen que los investigadores más productivos continúen siéndolo en el futuro, mientras que aquellos que inicialmente producen menos trabajos tienden a ver reducida aún más su productividad. Estos mecanismos actúan desde que el estudiante con mayor nivel de habilidades comienza su formación en un departamento de prestigio, bajo la supervisión de un investigador destacado, lo que le da más opciones a publicar y obtener becas para realizar estancias postdoctorales en centros

implica que aquellos mejor formados son quienes consiguen trabajar en los mejores centros y departamentos.

de primera fila. Esta situación le permite ser contratado en departamentos más prestigiosos donde, tanto su productividad, como el impacto de ésta se verá incrementada. Por último, también serán los investigadores que reciban mayor financiación y recursos para llevar a cabo nuevas investigaciones. Las ecuaciones que reflejan las hipótesis de esta teoría son las siguientes:

$$CDOC = a_1HAB + e_i \quad (5.9)$$

$$LPREPUB = b_1CDOC + e_i \quad (5.10)$$

$$CPOST = c_1CDOC + c_2LPREPUB + e_i \quad (5.11)$$

$$CPT = d_1CDOC + d_2LPREPUB + d_3CPOST + e_i \quad (5.12)$$

$$LPUB = f_1CPT + e_i \quad (5.13)$$

$$FID = g_1PUB + e_i \quad (5.14)$$

donde *LPREPUB* es el logaritmo neperiano del número de publicaciones realizadas a lo largo de la etapa predoctoral así como en el primer año tras la obtención del título de doctor. *FID* es el factor de impacto medio de las revistas en las que publica a lo largo de los primeros 8 años de carrera. El resto de variables son las mismas que las definidas en los apartados anteriores.

En relación con la hipótesis de la ventaja acumulativa, es necesario apuntar, que si bien, por un lado, parece estar presente en el sistema social de la Ciencia, también es cierto que, por otro se deben cumplir una serie de condiciones, para que se manifieste la ventaja acumulativa. De este modo, por ejemplo, los graduados deben conocer cuáles son los mejores programas de doctorado e incluso quienes son los mejores investigadores dentro de un determinado departamento, algo que parece poco probable incluso en países como Estados Unidos (Allison, 1974 y 1982). Lo que sí parece claro, es que en este *matching process*, la existencia de información relevante como puedan ser rankings de departamentos o investigadores, puede contrubuir a incrementar su eficiencia (Dolado, 2001).

Teoría del Mérito.

Esta teoría asume la hipótesis del universalismo, la cual asume que las recompensas (becas, financiación, plazas de profesor, etc.), se asignan a los candidatos con más mérito. La existencia de universalismo, constituye una condición necesaria para el avance de la Ciencia, si bien también contribuye a incrementar la desigual distribución tanto de la productividad como de las citas. Las ecuaciones correspondientes a este modelo son las siguientes:

$$CDOC = a_1 HAB + e_i \quad (5.15)$$

$$CPOST = b_1 CDOC + b_2 LPREPUB + e_i \quad (5.16)$$

$$CPT = c_1 CPOST + c_2 CDOC + c_3 LPREPUB + e_i \quad (5.17)$$

$$LPUB = d_1 CPT + d_2 LPREPUB + e_i \quad (5.18)$$

Las variables *CDOC*, *HAB*, *CPOST*, *CPT*, *LPREPUB*, *LPUB* y e_i son las mismas que las definidas en el apartado anterior.

5.2.3 Modelos Psicológicos

La Psicología justifica la existencia de diferencias en productividad científica a partir de características individuales como son aquellas relacionadas con la personalidad (la motivación, autoconfianza, etc.) así como la habilidad o el sexo del investigador.

Modelo de conocimiento del trabajo.

Se basa en que los individuos con mayor habilidad son quienes mejor conocen el modo de hacer su trabajo (Hunter 1984), lo cual tiene un impacto relevante sobre su productividad. A su vez, existe un efecto directo entre la habilidad y la productividad. Dado que el concepto "conocimiento del trabajo" no se ha medido en este estudio, se aproxima por la calidad de la formación y por el prestigio del departamento del primer trabajo. Este planteamiento hace que el modelo sea bastante similar al correspondiente a la Teoría del Capital Humano. Las ecuaciones son las siguientes:

$$CDOC = b_1HAB + e_i \quad (5.19)$$

$$CPOST = c_1CDOC + e_i \quad (5.20)$$

$$CPT = d_1CPOST + d_2HAB + e_i \quad (5.21)$$

$$LPUB = a_1HAB + a_2CDOC + a_3CPOST + a_4CPT + e_i \quad (5.22)$$

Las variables *CDOC*, *HAB*, *CPOST*, *CPT*, *LPREPUB* y *LPUB* son las mismas que las definidas en el apartado anterior.

Modelo empírico del Helmreich.

Está basado en el modelo de productividad propuesto por Helmreich (1980 y 1982) en el que se postula que los principales determinantes de la productividad científica son la motivación y el sexo de los investigadores. En este estudio, no se ha podido incluir la motivación dado que no se dispone de ningún indicador apropiado. Esta aproximación es la única que considera el género del investigador como variable explicativa. La hipótesis propuesta supone que la mujer, al incorporarse a la carrera investigadora, se ve inmersa en un proceso de "desventaja acumulativa"³ que le hace producir menor cantidad de resultados. Sus ecuaciones son las siguientes.

$$CDOC = a_1SEXO + e_i \quad (5.23)$$

$$CPOST = b_1SEXO + b_2CDOC + e_i \quad (5.24)$$

$$CPT = c_1SEXO + c_2CPOST + e_i \quad (5.25)$$

$$LPUB = d_1SEXO + d_2CPT + e_i \quad (5.26)$$

$$FID = f_1SEXO + f_2PUB + f_3CDOC + e_i \quad (5.27)$$

Las variables *CDOC*, *HAB*, *CPOST*, *CPT* y *LPUB* son las mismas que las definidas en

³La manifestación de esta desigualdad es lo que se conoce como "Efecto Matilda".

el apartado anterior y la variable *SEXO* indica el sexo del investigador (1 hombre, 0 mujer)

5.3 Metodología y datos

5.3.1 Datos

Los datos que se emplean en este estudio son los mismos que los empleados en el Capítulo IV y, en lo que hace referencia a las variables que se usan en los modelos expuestos anteriormente, se describen en el Cuadro 5.1. Respecto a los valores de los estadísticos descriptivos para las variables anteriores quedan reflejados en la Tabla 5.1. Asimismo, se recoge la matriz de correlaciones (Tabla 5.2) entre las variables anteriores.

Cuadro 5.1. Descripción de las variables empleadas en el estudio estructural

Variable	Descripción
QPHD	Prestigio del Departamento de Doctorado. Corresponde con la puntuación en la escala RAE obtenida mediante los modelos presentados en el Capítulo III.
CPT	Prestigio del Departamento donde se consigue el primer trabajo. Al igual que CDOC, está medido en la escala RAE.
PREPUB	Productividad predoctoral en términos cuantitativos. Está estandarizada para cada una de las áreas con objeto de evitar posibles sesgos.
FID	Factor de Impacto medio relativo de la productividad correspondiente a los primeros años de la carrera profesional.
PUB	Productividad en los primeros 8 años de carrera (en términos cuantitativos). Está estandarizada para cada una de las áreas con objeto de evitar posibles sesgos.
CPOST	Score en la escala RAE del Departamento donde se realiza la formación postdoctoral.
SEXO	Codificado como 0, mujer y 1, hombre
HAB	Tasa de abandono de los estudios en la universidad de licenciatura del individuo.

Tabla 5.1: Descriptiva variables empleadas en los modelos estructurales

Variable	Estadístico				
	Media	Desv. Tip	Skewnes	Kurtosis	
CDOC	4.483	1.080	-.332	.226	
CPT	4.206	1.510	-.529	.199	
PREPUB	.000	.991	-1.225	2.647	
PUB	-.030	1.012	-.713	.053	
FID	.503	.555	2.451	6.180	
CPOST	.879	.327	-2.349	3.559	
SEXO	.632	.484	-.553	-1.714	
HAB	10.979	2.683	-.450	.454	

Tabla 5.2: Matriz de correlaciones de las variables

	CDOC	CPT	PREPUB	PUB	FID	CPOST	SEXO	HAB
CDOC								
CPT	.527							
PREPUB	.137	.138						
PUB	.101	.157	.548					
FID	.206	-.050	-.011	-.021				
CPOST	.316	.225	.172	.126	.268			
SEXO	.010	-.103	.167	.211	.193	.100		
HAB	.228	.009	.114	.041	-.048	-.004	-.004	

5.3.2 Estimación de Modelos

Para cada uno de los modelos correspondientes a las teorías anteriores se han estimado dos versiones. Así, en una primera especificación no se incluye la estancia postdoctoral (*CPOST*)⁴, mientras que, la segunda si considera dicha variable aprovechando que en el presente estudio se dispone de información sobre el prestigio del departamento en el que se realiza la formación postdoctoral. Con ello se pretende, por un lado, determinar el modo en que se modifican los resultados respecto de los modelos que no consideran dicha variable y, por otro lado, se espera poder identificar el efecto que la formación postdoctoral puede tener sobre la productividad científica tanto en términos cuantitativos (número de artículos) como cualitativos (factor de impacto relativo).

Las razones que justifican la necesidad de los dos análisis son: (i) el importante papel que representa la realización de la estancia postdoctoral⁵ sobre productividad y carrera profesional, (ii) el hecho de que esté demostrado que la probabilidad de realizar una estancia postdoctoral se ve afectada de modo significativo por otras variables de las cuales se tiene información como la formación predoctoral o las publicaciones durante este periodo.

Las ecuaciones estructurales se han estimado por máxima verosimilitud usando EQS (Bentler, 1995). Para cada modelo se presentan una lista de nueve estadísticos de ajuste, lo que permite garantizar que el modelo seleccionado sea el más adecuado. Para facilitar su interpretación, en el Cuadro 5.2 se detallan cuáles son los criterios de interpretación.

⁴Por tanto, se está considerando la misma especificación de los modelos que se proponen en Rodgers y Maranto (1989).

⁵No así la calidad del departamento donde ésta tiene lugar (García-Romero, 2001).

Cuadro 5.2. Estadísticos de ajuste y criterios de interpretación

Estadístico	Criterio de interpretación
χ^2	depende de la complejidad del modelo por lo cual una regla útil para su interpretación es que $\frac{\chi^2}{d.f} \leq 3$.
NFI	Normed Fit Index de Bentler. Toma valores entre 0 y 1 siendo indicativo de un buen ajuste que tome valores próximos a 1
CFI	Comparative Fit Index. Viene a ser como un R^2 por lo que debe tomar valores próximos a 1
GFI	Godness of Fit Index de Jöreskog. Depende de la complejidad del modelo y debe tomar valores en torno a 1
AGFI	Adjusted Godness of Fit Index de Jöreskog. Igual que el anterior pero con la corrección de la complejidad del modelo
RMSEA	Suma del cuadrado de residuos. Debe ser lo más pequeño posible
AIC	Akaike Informational Criteria. Permite comparar modelos no anidados. Aquél que presenta un menor valor es el mejor modelo
CAIC	Akaike-Bozgodan Informational Criteria. Igual que el anterior

Además de los estadísticos de ajuste, se presentan los coeficientes de los diferentes modelos con su correspondiente estadístico de significación. A partir de las relaciones significativas presentes en los distintos modelos se obtiene un modelo empírico óptimo (*best fit model*), el cual refleja de modo más preciso la relación estructural existente.

5.4 Resultados

5.4.1 Análisis sin incluir la estancia postdoctoral

Se observa que existen tres modelos con un mejor ajuste que son los de Señalamiento, Mérito y de Helmreich (ver Tabla 5.3), si bien en todos ellos existen parámetros significativos. Ello sugiere la necesidad de plantear un modelo que recoja todos los parámetros significativos y que, por tanto, refleje de modo más exhaustivo la relación estructural. Los modelos así como los valores de los distintos parámetros pueden verse en las Tablas 5.4, 5.5 y 5.6.

Tabla 5.3: Ajuste de los modelos de productividad sin considerar la formación postdoctoral (CPOST)

Estadístico	Modelo					
	Señalamiento	C. Humano	Ventaja acum.	Merito	Conoc. Trabajo	Empirico
$\chi^2 (df)$	3.49 (3)	59.475 (2)	81.06 (9)	25.32 (9)	59.46 (1)	0.003 (1)
NFI	.982	.189	.478	.837	.190	1.000
NNFI	.995	-1.560	.144	.806	-4.207	1.121
CFI	.993	.147	.487	.884	.132	1.000
GFI	.990	.873	.881	.957	.873	1.000
AGFI	.967	.365	.722	.901	-.270	1.000
RMSEA	.031	0.273	.215	.103	.581	0.000
AIC	-2.508	55.475	63.064	7.321	57.459	-1.997
CAIC	-14.986	47.157	25.633	-30.110	53.300	-6.156

Tabla 5.4: Coeficientes de los modelos Señalamiento, Ventaja Acumulativa y Mérito (sin CPOST)

Relación	Señalamiento		Vent acum		Mérito	
	β	t	β	t	β	t
HAB \rightarrow CDOC	.228	3.09	.228	3.09	.228	3.09
CDOC \rightarrow PREPUB			.137	1.82		
CDOC \rightarrow CPT	.527	8.16	.518	7.96	.520	8.04
PREPUB \rightarrow CPT			.067	1.03	.067	1.04
CPT \rightarrow PUB	.157	2.09	.157	2.09	.008	1.30
PREPUB \rightarrow PUB					.538	8.45

A la vista de los resultados, parece que se cumple la hipótesis de la selección progresiva asociada a los modelos de Señalamiento, Mérito y Ventaja Acumulativa. Asimismo, se pueden observar diferencias entre sexos tanto en productividad como en la carrera profesional. Por último, no es posible aceptar el efecto directo de la habilidad sobre la productividad, si bien ello sea debido a las limitaciones del indicador que se usa.

A continuación se analizan los modelos agrupados en tres bloques. En primer lugar, los modelos de Señalamiento, Ventaja Acumulativa y Mérito, que comparten un "núcleo" de relaciones estructurales, asociados a la selección progresiva (Tabla 5.4).

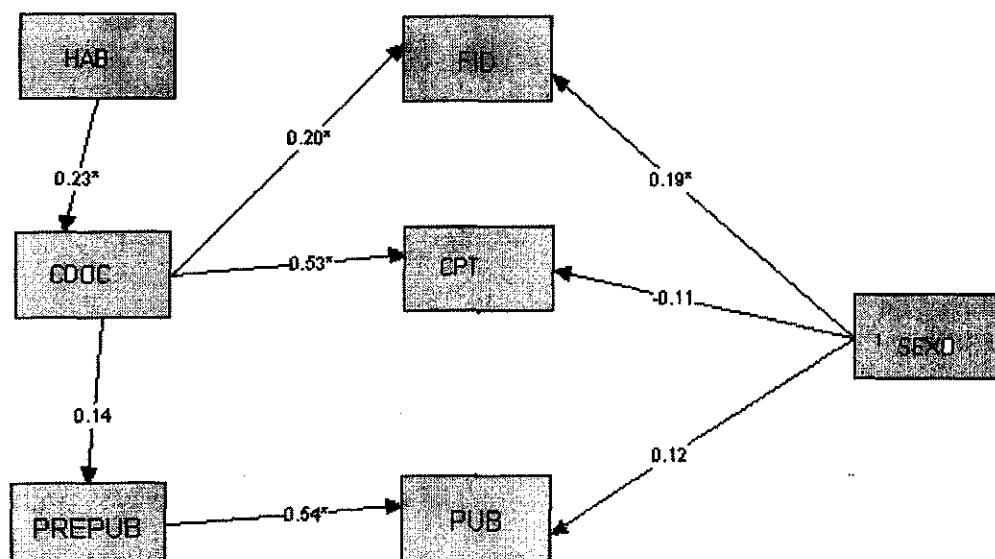


Figura 5-1: Modelo de mejor ajuste sin incluir la formación postdoctoral

Como puede apreciarse, a partir de los coeficientes de los tres modelos se puede concluir que (i) los investigadores con mayor habilidad (*HAB*) realizan el doctorado en los departamentos más prestigiosos; (ii) existe una importante relación entre la calidad del departamento de doctorado (*CDOC*) con la del departamento de primer trabajo (*CPT*), si bien ello sea debido a la presencia de endogamia; (iii) la calidad del programa de doctorado influye positivamente en la productividad predoctoral (*PREPUB*); y (iv) ésta última tiene un efecto muy importante sobre la productividad posterior (*PUB*). Asimismo, dado que el coeficiente correspondiente al efecto $CPT \rightarrow PUB$ toma valores significativos para el modelo de Señalamiento y de Ventaja acumulativa, pero es nulo para el modelo de Mérito, de modo que tal efecto es consecuencia de una relación espúrea. De este modo la productividad estará determinada por tres factores fundamentalmente que son (i) la calidad del programa de doctorado *CDOC*, (ii) la productividad predoctoral *PREPUB* y (iii) la habilidad de los investigadores *HAB* cuyo efecto es indirecto a través de la calidad del programa de doctorado *CDOC*. La situación que se desprende de los resultados anteriores queda reflejada en la Figura 5.1.

El hecho de que la relación $CPT \rightarrow PUB$ se anule cuando se considera la $PREPUB \rightarrow PUB$ resulta bastante interesante dado que pone de manifiesto que la productividad de un in-

Tabla 5.5: Coeficientes de los modelos Capital Humano y Conocimiento del Trabajo (sin CPOST)

Relación	Capital Humano		Con trabajo	
	β	t	β	t
HAB→CDOC	.228	3.09	.228	3.09
HAB→PUB	.036	.46	.037	.48
HAB→CPT			.009	.11
CPT→PUB	.145	1.92	.148	1.98
CDOC→PUB	.017	.22	.013	.16

vestigador, viene determinada por sus habilidades y capacidad para investigar en mayor medida que por el departamento en el que trabaja.

En segundo lugar, se consideran los modelos de Capital Humano y Conocimiento del Trabajo que tienen una estructura muy similar. Los coeficientes estimados correspondientes a estos dos modelos se recogen en la Tabla 5.5.

Como puede apreciarse, el modelo de Conocimiento del Trabajo no aporta nada adicional en relación con el de Capital Humano donde las dos únicas relaciones significativas son la de la habilidad (*HAB*) con la calidad del doctorado (*CDOC*) y de la calidad del departamento de primer trabajo (*CPT*) con la productividad (*PUB*). Por tanto, ninguno de los dos modelos aportan relaciones significativas diferentes a las obtenidas hasta ahora. Todo ello es acorde con el mal ajuste que presentan dichos modelos (Tabla 5.3). Lo más destacable de estos resultados es la ausencia de un efecto directo de la habilidad sobre los resultados, si bien ello se debe a las limitaciones del indicador empleado para esta variable.

Por último, se presentan los parámetros del modelo de Helmreich en la Tabla 5.6. Se aprecia la relación que existe entre SEXO y CPT (a favor de las mujeres), así como con PUB y FID (a favor de los hombres). Esto sugiere que el SEXO parece ser una causa de la productividad en términos de cantidad así como en la calidad de las revistas en las que se publica. Puede ser de interés considerar si existe o no un efecto similar sobre las citas (Rodgers y Maranto, 1989).

También se observa que quienes realizan el doctorado en departamentos más prestigiosos publican sus trabajos en revistas de mayor impacto. Por último, se aprecian efectos del prestigio

Tabla 5.6: Coeficientes del modelo de Helmreich (sin CPOST)

Relación		Modelo empírico	
		β	t
SEXO →	CDOC	.010	.13
	CPT	-.108	-1.69
	PUB	.230	3.13
	FID	.173	2.33
CDOC →	CPT	.528	8.24
	FID	.306	3.61
CPT →	PUB	.181	2.46
	FID	-.191	-2.21
PUB →	FID	-.016	-.22

del primer trabajo (CPT) con la productividad en términos cuantitativos (PUB) y en términos cualitativos (FID), si bien la primera es positiva y la segunda negativa. Una posible explicación a este hecho puede ser que los individuos más productivos son también quienes publican en revistas de menor impacto.

A continuación se elabora un modelo que incorpore todos los parámetros significativos asociados con las hipótesis anteriores. Puesto que las diferentes teorías no recogen todas las variables que intervienen en el proceso, este modelo global o *Best Fit Model*, refleja del modo más completo cuáles son las relaciones entre las distintas variables⁶. El valor de los parámetros se presenta en la Fig. 1. Para la interpretación del *Best Fit Model* se tienen en cuenta las dos dimensiones de la productividad por separado, es decir (i) Cantidad (PUB) y (ii) Calidad (FID).

En términos cuantitativos, clara la existencia de un proceso de selección progresiva (HAB → CDOC → CPT) que avala la presencia de cierto grado de ventaja acumulativa, pero también se puede apreciar que la productividad viene determinada de modo directo sólo por PREPUB y, en menor medida el SEXO. No obstante, existen efectos indirectos tanto de la habilidad como de la calidad del programa de doctorado.

⁶GOODNESS OF FIT SUMMARY:

$\chi^2 = 22.843$ (13); NFI = 0.869; NNFI = 0.896; CFI = 0.936; GFI = 0.966; AGFI = 0.926; RMSEA = 0.066; AIC = -3.15742; CAIC = -57.22514

En términos cualitativos (FID) la existencia de ventaja acumulativa parece mucho más clara puesto que el impacto de las revistas en las que se publica queda determinado por la calidad del doctorado y el SEXO. Esto sugiere la existencia de una desventaja acumulativa asociada a la mujer y por tanto de la posible existencia del efecto Matilda Rossiter (1993). La existencia de este sesgo en términos de factor de impacto no indica que también la haya en citas.

Finalmente, resulta interesante ver los determinantes de CPT que son básicamente CDOC lo que está asociado a la presencia de endogamia fundamentalmente. Por otro lado, el sesgo a favor de la mujer, aunque débil debe ser tenido en cuenta en posteriores estudios.

5.4.2 Análisis incluyendo la estancia postdoctoral

En este caso los modelos que presentan un mejor ajuste son los de Mérito y el Empírico de Helmreich y en menor medida el de Ventaja Acumulativa como puede apreciarse en la Tabla 5.7 No obstante, en todos los modelos hay parámetros significativos lo que sugiere la utilidad del *Best Fit Model* como en el apartado anterior. Los valores de los distintos parámetros así como su significación se presentan en las Tablas 5.8, 5.9 y 5.10.

De modo global se observa la existencia del proceso de selección progresiva asociado a los modelos de Señalamiento, Ventaja Acumulativa y Mérito. También persiste la diferencia entre sexo cuando se trata de productividad tanto en términos cuantitativos como cualitativos. Respecto a la nueva variable CPOST, puede decirse que no existe ningún sesgo asociado al SEXO. La estancia postdoctoral sí parece determinar la calidad de las revistas en las que se publica y no así la productividad en términos cuantitativos (PUB).

En relación con el proceso de selección progresiva puede decirse que (i) los investigadores con mayor habilidad (HAB) realizan el doctorado en los departamentos más prestigiosos; (ii) existe una importante relación entre la calidad del departamento de doctorado (CDOC) y de primer trabajo (CPT) posiblemente debido a que en muchos casos ambos son el mismo (endogamia); (iii) el prestigio del departamento de doctorado influye positivamente en el del departamento postdoctoral. En cambio no se observa relación entre éste último y el departamento de primer trabajo.

Tabla 5.7: Ajuste de los modelos de productividad considerando la formación postdoctoral (CPOST)

Estadístico	Modelo					
	Señalamiento	Cap. Humano	Ventaja Ac.	Merito	Con. trabajo	Empirico
$\chi^2(df)$	54.196 (6)	79.551 (4)	63.900 (6)	9.645 (6)	79.539 (3)	0.812 (2)
NFI	.430	.163	.605	.940	.163	.993
NNFI	-.055	-1.222	.014	.938	-2.001	1.082
CFI	.433	.111	.606	.976	.100	1.000
GFI	.902	.848	.904	.982	.848	.998
AGFI	.756	.430	.662	.937	.241	.984
RMSEA	.216	.330	.236	.060	.384	0.000
AIC	42.196	71.551	51.900	-2.355	73.539	-3.188
CAIC	17.241	54.915	26.946	-27.310	61.062	-11.506

Tabla 5.8: Coeficientes de los modelos Señalamiento, Ventaja Acumulativa y Mérito (con CPOST)

Relación	Señalamiento		V. acumulativa		Mérito	
	β	t	β	t	β	t
HAB→CDOC	.228	3.09	.228	3.09	.228	3.09
CDOC→PREPUB			.137	1.82		
CDOC→CPOST	.324	4.39	.300	4.14	.300	4.18
CDOC→CPT			.499	7.36	.503	7.50
CPOST→CPT	.221	3.04	.130	.82	.056	.82
PREPUB→CPT			.060	.91	.060	.92
PREPUB→CPOST			.132	1.83	.132	1.83
PREPUB→PUB					.535	8.35
CPT→PUB	.157	2.09	.145	1.77	.080	1.23
CPOST→PUB			.101	1.25	.017	.25

Tabla 5.9: Coeficientes de los modelos de Capital Humano y Conocimiento del Trabajo (con CPOST)

Relación	Capital Humano		Con. trabajo	
	β	t	β	t
HAB→CDOC	.228	3.09	.228	3.09
HAB→PUB	.043	.56	.044	.58
HAB→CPT			.009	.11
HAB→CPOST	-.004	-.05	-.004	-.05
CPT→PUB	.145	1.94	.141	1.89
CPOST→PUB	.101	1.35	.098	1.31
CDOC→PUB	-.014	-.18	-.018	-.24

Respecto a la dimensión cuantitativa de la productividad (PUB), se obtienen los siguientes resultados. Los principales determinantes de la productividad son (i) la productividad predoc-toral, la cual a su vez, viene determinada por la calidad del programa de doctorado; (ii) el sexo siendo superior en el caso de los hombres y (iii) el prestigio del departamento donde se consigue el primer trabajo (espúrea).

Finalmente, la dimensión cualitativa de la productividad, medida como el factor de impacto relativo de las revistas queda determinada por (i) el prestigio de los departamentos de doctorado (CDOC) y postdoctoral (CPOST) así como por el sexo, en favor de los hombres. Asimismo, se aprecia que el prestigio del departamento del primer trabajo tiene un efecto negativo. Una posible explicación de este hecho puede ser que los jóvenes doctores encuentran trabajo más fácilmente en departamentos de universidades nuevas que en aquellos que tienen un mayor prestigio. En ellos, parece producirse una menor cantidad de trabajos pero con mayor calidad lo que puede ser consecuencia de un fenómeno de intercambio rango-prestigio según el cual los investigadores más cualificados optan por trabajar en departamentos de menos nivel científico a cambio de una mayor categoría profesional (Long 1979, Allison, 1987)

También resulta interesante observar que, si bien no parece existir sesgo a favor de los hombres ni en CDOC ni en CPOST, el parámetro entre SEXO y esta última es sensiblemente mayor que el primero y a favor de los hombres si bien no llega a ser significativo. En este mismo sentido, el prestigio del departamento de primer trabajo parece ser mayor para las mujeres que

Tabla 5.10: Coeficientes del modelo empírico de Helmreich (con CPOST)

Relación	Modelo empírico	
	β	t
SEXO→	CDOC	.010
	CPT	-.116
	PUB	.230
	FID	.152
	CPOST	.097
CDOC→	CPT	.504
	FID	.247
	CPOST	.315
CPOST→	CPT	.077
	FID	.225
CPT→	PUB	.181
	FID	-.210
PUB→	FID	-.031

para los hombres $\beta = -0.116$ ($t = -1.80$).

Las relaciones anteriores han servido para especificar el modelo de mejor ajuste o *Best Fit Model*⁷ cuyos parámetros estimados se representan en la Figura 5.2. La estimación del modelo con todos los parámetros significativos hallados en los modelos anteriores nos lleva a determinar que las interacciones CPOST → PUB, PUB → FID y SEXO → CPOST no son significativas de ahí que hayan sido suprimidas.

Los estadísticos de ajuste AIC y CAIC permiten determinar que este es el mejor modelo de todos los que se han considerado en el presente estudio. A la vista del valor de los parámetros significativos y, comparándolo con el modelo que no considera la estancia postdoctoral puede observarse que ésta viene determinada por el prestigio del departamento de doctorado (directa e indirectamente) y que tiene un efecto positivo sobre el Factor de Impacto de las revistas en las que se publica. Los motivos de este efecto pueden ser dos. Así por un lado, la formación postdoctoral incrementa la capacidad de los investigadores y les capacita para desarrollar mejores

⁷Goodness of Fit Summary:

$\chi^2 = 21.177$ (16); NFI = 0.898; NNFI = 0.950; CFI = 0.971; GFI = 0.971; AGFI = 0.934; RMSEA = 0.044; AIC = -10.82340; CAIC = -77.36828.

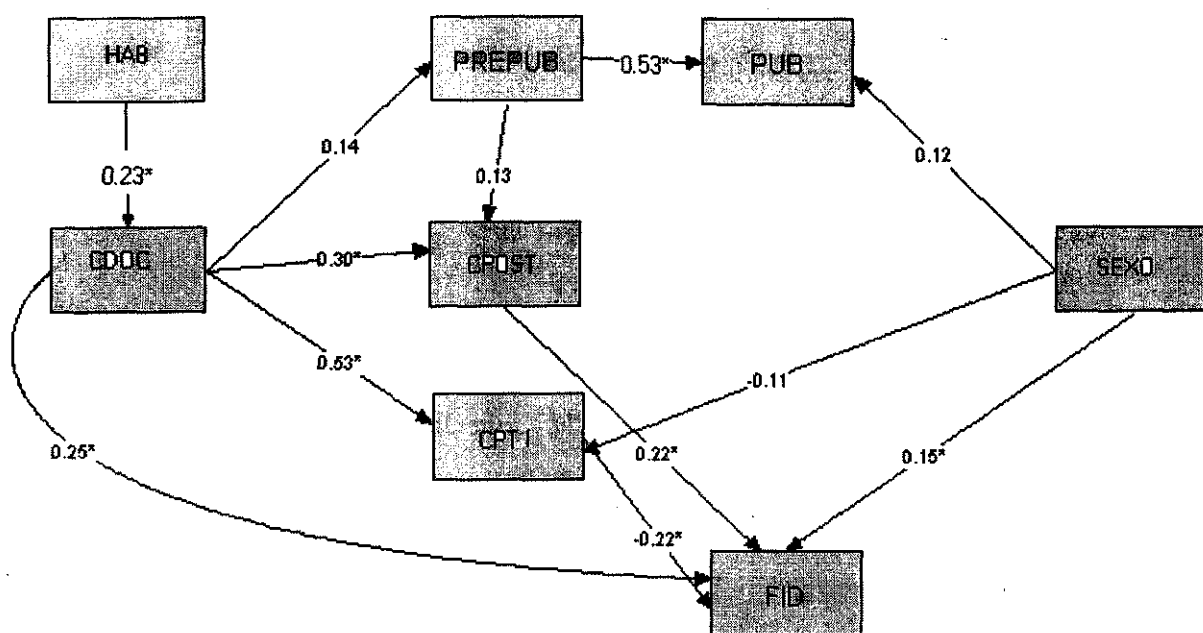


Figura 5-2: Modelo de mejor ajuste incluyendo la formación postdoctoral (CPOST)

investigaciones y, por otro lado, la estancia postdoctoral permite a los investigadores formados en los mejores departamentos integrarse en los Invisible Colleges lo que le da mayores opciones para publicar en las revistas de mayor nivel dentro de su especialidad (Garvey, 1978). Es posible que ambos efectos estén presentes y será necesario explorar cuál es su influencia relativa así como si ésta difieren entre campos científicos.

5.5 Conclusiones

La productividad científica de los investigadores presenta una distribución muy desigual, tanto en términos cuantitativos (número de artículos) como especialmente en términos cualitativos (citas, factor de impacto). Parte de esta desigualdad debe atribuirse a las habilidades de los investigadores, pero otra parte puede ser debida a procesos sociológicos como la Ventaja Acumulativa (Efecto Mateo) o el Mérito.

Este estudio se ha realizado para determinar cuáles son los procesos que hay detrás de la productividad científica y para ello se han estimado seis modelos basados en las correspondientes

teorías, que tratan de explicarla. Esto se ha llevado a cabo dos veces, la primera considerando una especificación similar a la propuesta por Rodgers y Maranto (1989) y la segunda incorporando a los modelos una variable nueva y poco estudiada anteriormente como es la formación postdoctoral. En ambos casos se ha optado por especificar un Modelo de Mejor Ajuste (*Best Fit Model*) que incorporase los parámetros significativos procedentes de los modelos asociados a cada teoría.

Los resultados de ambos modelos coinciden en cuanto a que se asume la existencia de la selección progresiva que es compatible tanto con la Ventaja Acumulativa como con el Mérito (y en menor medida con el señalamiento). Al mismo tiempo se identifica que el mejor predictor de la productividad en términos cuantitativos es la productividad predoctoral, la cual a su vez parece estar muy relacionada con la calidad del Departamento donde se realiza el doctorado. Por otro lado, no se observa efecto directo de la habilidad sobre la productividad lo que tal vez sea debido a la debilidad del indicador empleado. Finalmente, se han observado sesgos asociados a la variable SEXO, lo que hace pensar en la existencia de desventaja acumulativa para las mujeres que forman parte de la muestra. Parece que las mujeres tienen acceso a la misma formación predoctoral y postdoctoral e incluso son contratadas en mejores departamentos, pero al mismo tiempo publican menos y lo hacen en revistas de menos impacto. En todo caso, y por tratarse de un estudio multidisciplinar en el que se han tenido que normalizar los indicadores, puede que tales efectos sean debidos a las deficiencias de dicho indicador estándar. Por lo tanto, puede decirse que los dos modelos -sin y con formación Postdoctoral- permiten obtener resultados coherentes con los encontrados en estudios anteriores y los ajustes son muy buenos.

En cuanto a las contribuciones que se realizan con este estudio, la principal es la incorporación de un indicador que mide la calidad de la formación postdoctoral así como los indicadores estandarizados de productividad y de prestigio de los departamentos, que se han homogeneizado a partir del uso de modelos hedónicos (García-Romero, 2002).

Respecto a las recomendaciones para posibles políticas pueden identificarse las siguientes:

- (i) Mejora de la formación predoctoral, por ejemplo, mediante la formación de doctores sólo en aquellos Departamentos que tengan una calidad contrastada tal y como se hace en Estados Unidos, mediante la valoración de programas de doctorado a cargo del NRC.

- (ii) Mejora de la formación postdoctoral, para lo cual podría valorarse positivamente a la hora de conceder la habilitación a un candidato al mercado de trabajo, el hecho de haber realizado una estancia postdoctoral en un centro del máximo nivel mundial.
- (iii) Creación de un mercado de trabajo académico a nivel europeo. A partir de la elaboración de evaluaciones sistemáticas de todos los departamentos y centros de investigación europeos. Ello permitirá una asignación más eficiente de los recursos al facilitar la selección de departamento por parte de los jóvenes graduados. Sólo haciendo que los mejores candidatos se formen en los mejores departamentos y con los investigadores más prestigiosos se podrá disponer de una comunidad científica del máximo nivel mundial.

Por último, respecto a las mejoras de este trabajo y futuras líneas de investigación cabe señalar las siguientes:

- Obtención de mejores indicadores para la Habilidad, lo que permitirá determinar el efecto que ésta tiene sobre la productividad de un modo mas preciso.
- Realización de un estudio más amplio que permita hacer comparaciones entre diversos campos científicos, países, etc.
- Incorporación de nuevas variables relevantes como puede ser la financiación recibida por los investigadores o la motivación entre otras.
- Ampliación del periodo analizado de modo que puedan hacer estudios de cohortes para determinar la dinámica del proceso de producción científica.
- Especificaciones estadísticamente más sofisticadas que el *path analysis* incluyendo tanto la parte estructural como modelos de medida para variables latentes.

Bibliografía

Allison, PD, JS Long y TK Krauze. 1982. Cumulative advantage and inequality in Science. *American Sociological Review* 47: 615-25.

Allison, PD y J. Scott Long. 1987. Interuniversity mobility of academic scientists. *American Sociological Review*. 52. 643-52.

—. 1990. Departmental effects on scientific productivity. *American Sociological Review*. 55. 469-78.

Anderson, J. 1989. *The evaluation of research training*. In Evered, D (ed). **The Evaluation of Scientific Research**. 93-113. Chichester: John Wiley & Sons.

Anderson, RC; Narin, F y McAllister, P. 1978 Publication ratings versus peer ratings of Universities. *Journal of the American Society for Information Science*. March:91-103.

Arora, A, David, PA y Gambardella, A. 1998. *Reputation and competence in publicly funded Science*. *Les Annales d'Economie et de Statistiques*. Special Issue 49/50.

Arora, A y A, Gambardella. 1996. The impact of NSF support for basic research in Economics. Carnegie Mellon Working Paper. Ref: ewp-othr/9702001.

Bartholomew, DJ. 1998. *Scaling Unobservable Constructs in Social Science*. *Journal of the Royal Statistical Society D: Applied Statistics* 47, no. 1: 1-13.

Bauwens, L. 1998. A New Method to Rank University Research in Economics in Belgium. CORE, mimeo.

Bayer, AE y JE Dutton. 1977. *Career Age and Research Professional Activities of Academic Scientists*. *Journal of Higher Education* XLVIII, no. 3 (MAY/JUNE): 259-82.

- Becker, GS. 1964. *Human Capital*. New York. National Bureau of Economic Research.
- Bellavista, J et al. 1992. Política Científicas y Tecnológica: Evaluación de I+D en la Universitat de Barcelona. UCB (mimeo)
- Bentler, P. 1995. *EQS Structural Equations Program Manual*. Encino, CA: Multivariate Software, Inc.
- Bergantiños, G. , Da Rocha J.M. y P. Polome. 2000. La Investigación Española en Economfa. Universidad de Vigo, (mimeo) (disponible en www.fedea.es)
- Bollen, KA. 1989. *Structural equations with latent variables*. New York: John Wiley & Sons.
- Brewer, GA; Douglas, JW; Facer II, RL y O'Toole Jr., LJ. 1999. Determinants of graduate research productivity in doctoral programs of public administration. *Public Administration Review*. 59(5):373-82.
- Broder, IE.1993. Professional achievements and gender differences among academic economists. *Economic Inquiry*. XXXI (January):116-27.
- Buchmueller, TC, J Dominitz y W Lee Hansen. 1999. Graduate training and the early career productivity of Ph.D economists. *Economics of Education Review* 14: 65-77.
- Bush, WC, P, Hamelman y RJ, Staaf. 1974. A quality index for economic journals. *Review of Economic and Statistics*. 56(1): 123-25.
- Capron, H.1992. Economic quantitative methods for the evaluation of the impact of R+D programmes, EUR 14864 EN, Comisión Europea, Bruselas.
- Carlson, T y D Martin-Rovet. 1995. *The Implications of Scientific Mobility Between France and United States*. *Minerva* 33: 211-50.
- Cartter, AM. 1966. An assessment of quality in graduate education. Washinton, DC: American Council of Education.
- Chubin, DE, AL Porter y ME Boeckmann. 1981. *Career Patterns of Scientists: A case for Complementary Data*. *American Sociological Review*, 46, 488-498.
- Coats, AW. 1971. The role of scholarly journals in the History of Economics. *Journal of Economic Literature*. 9(1): 29-44.
- Cohn, E y T.G. Geske. 1990. *The Economics of Education*. New York: Pergamon Press.

Cole, J y S Cole. 1973. *Social Stratification in Science*. Chicago: University of Chicago Press.

Cole, S y J Cole. 1967. *Scientific output and recognition: A Study in the operation in the reward system in science*. American Sociological Review, 32, 377-390.

Coupé, T. 2000. Revealed Preferences: Worldwide Ranking of Economists and Economics Departments. ECARES (ULB), mimeo.

Coupé, T., V Smeets y F. Warzynski 2001a. Incentives in Economic Departments I: Dynamic Incentives. ECARES (ULB). <http://homepages.ulb.ac.be/~tcoupe/careerconcerns.pdf>

Coupé, T., V Smeets y F. Warzynski 2001b. Incentives in Economic Departments I: Testing Tournament Theory. ECARES (ULB). <http://homepages.ulb.ac.be/~tcoupe/tournaments.pdf>

Crane, D. 1965. *Scientists at major and minor universities: a study of productivity and recognition*. American Sociological Review 30: 699-714.

Dasgupta, P y PA David. 1994. "Towards a New Economics of Science." Research Policy : 487-521.

David, PA y B H. Hall. 2000. Heart of darkness: modeling public-private funding interactions inside the R&D black box. Research Policy, 29 (9), 1165-1188.

Diamond Jr, AM. 1984. *An Economic Model of the Life-Cycle Research Productivity of Scientists*. Scientometrics 6, no. 3: 189-96.

Dolado, JJ A. García-Romero y G. Zamarro. 2001. Rankings de investigación en Economía en España: instituciones y autores (1990-1999). Documento de Trabajo 10-2001. FEDEA, Madrid. Spain.

Dusansky, R. y C. Vernon. 1998. Rankings of US Economics Departments. Journal of Economics Perspectives 12, no. 1: 157-70.

Ehrenberg, RG y Hurst, PE 1998. The 1995 ratings of doctoral programs: a hedonic model. Economics of Education Review. 17(2):137-48.

Espinosa de los Monteros, J., Martínez, F., Toribio, MA. Y E. Muñoz. 1994. El Programa Nacional de Nuevos Materiales en el Período 1988-92: Su Evaluación Mediante una Metodología Dual. IESA, Dcto. de Trabajo 94-10.

Etzkowitz, H y L Leydesdorff. 2000. The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. Research

Evered, DC, J Anderson, P Griggs y R Wakeford. 1987. *The Correlates of Research Success*. British Medical Journal 295: 241-6.

Fernández Esquinas, M, MT González de la Fe y M Pérez Yruela. 1995. *La Formación de investigadores Científicos en el Plan Nacional de I+D (1982-1994): Una Aproximación Evaluativa*. Documento de Trabajo 95-14. Córdoba. IESA.

García-Romero, A. 2000. El Efecto de la Estancia Postdoctoral sobre la Productividad Científica. Documento de Trabajo 2000 1(1). Departamento de Economía. Universidad Carlos III de Madrid.

García-Romero, A. 2002a. *La productividad científica y la carrera profesional de los investigadores*. Tesis (Capítulo IV). Universidad Autónoma de Madrid.

García-Romero, A. 2002b. *La relación entre calidad y producción científica de un departamento*. Tesis (Capítulo III). Universidad Autónoma de Madrid.

García-Romero, A. y Modrego, A. 1996. Evaluación del Programa de Becas Postdoctorales MEC-Fleming. Intituto Flores de Lemus. Documento de Trabajo. Universidad Carlos III de Madrid.

García-Romero, A. y Modrego, A. 2001. Research training in Spain: An assessment exercise. Conference Proceedings on the contribution of socio-economic research to the benchmarking of RTD policies in Europe. Brussels. March. (ftp://ftp.cordis.lu/pub/improving/docs/ser_conf_bench_garcia-romero.pdf).

Gardfield, E. 1996. *Fortnightly Review: How Can Impact Factors Be Improved?* British Medical Journal 313: 411-3.

Garvey, WD y Griffith, BC. 1971. *Scientific communication: its role in the conduct of research and creation of knowledge*. American psychologist. 26: 349-62.

García, P., Montañés, A. y F. Sanz. 1999. La Investigación en Economía en España: Mercado Nacional versus Mercado Internacional. Univ. de Zaragoza (mimeo)

García, P., Lafuente, A., Montañés, A. y F. Sanz. 1999. Producción Científica en Economía según Publicaciones en Revistas Internacionales. Papeles de Economía Española

Geisler, E. 2001. The mires of research evaluation. *The Scientist*. 15(10):39.

Gelso, CJ, B Mallinckrodt y A Brust Judge. 1996. *Research Training Environ-*

ment, *Attitudes Toward Research and Research Self-Efficacy: the Revised Research Training Environment Scale*. The Counseling Psychologist 24, no. 2: 304-22.

Gómez, I., Fernández, MT., Zulueta, MA. y Camí, J. 1995. Analysis of Biomedical Research in Spain. Research Policy, 459-471

González López-Valcárcel, B and Dávila Quintana, D 1998. Economic and cultural impediments to University education in Spain. Economics of Education Review. 17(1):93-103.

Graves, P.E., J.R. Marchand y R. Thompson. 1982. Economics Departmental Rankings: Research Incentives, Constraints and Efficiency. American Economic Review 72, no.5: 1131-41.

Gregg, A. 1957. For future doctors. (Chicago) University of Chicago Press

Greene, WH. 1993. Econometric Analysis. 2nd ed. New York. Macmillan Pub. Co.

Guimarães, J. & Humann, M. 1995. *Training of human resources in Science and Technology in Brazil: the importance of a vigorous post-graduate program and its impact on the development of the country*. Scientometrics 34, 101-119

Halfpeny, P, C Pettipher y L Georghiou. 1992. *A Study of Research Assistants Supported by SERC Grants*. PREST. University of Manchester.

Haitun, SD. 1982a. *Stationary Scientometric Distributions. Part I. Different Approximations*. Scientometrics 4, no. 1: 2-25.

— 1982b. *Stationary Scientometric Distributions. Part II. Non-Gaussian Nature of Scientific Activities*. Scientometrics 4, no. 2: 89-104.

— 1982c. *Stationary Scientometric Distributions. Part III. The Role of the Zipf Distribution*. Scientometrics 4, no. 3: 181-94.

Hawkins, RG, LS, Ritter y I, Walter. 1974. What economists think of their journals. Journal of Political Economy. 81(4):1017-32.

Helmreich, RL y JT Spence. 1982. *Gender differences on productivity and impact*. American Psychologist, 36, 1142.

Helmreich, RL, JT Spence, WE Beane, GW Lucker y KA Mathews. 1980. *Making it in academic psychology: demographic and personality correlates of attainment*. Journal of Personality and Social Psychology, 39, 896-908.

Hicks, D y Skea, J. 1989. Is big really better? Physics World. 2(12):31-34.

Hogan, TD. 1981. *Faculty Research Activity and the Quality of Graduate Training.* The Journal of Human Resources XVI: 398-415.

—1985. *The Publishing Performance of U.S. Ph.D. Programs in Economics During the 1970s.* The Journal of Human Resources no. ??: 216-29.

Horowitz, JL y CF Manski. 1995. *Identification and Robustness With Contaminated and Corrupted Data.* Econometrica 63, no. 2: 281-302.

— 1998. *Censoring of Outcomes and Regressors Due to Survey Nonresponse: Identification and Estimation Using Weights and Imputations.* Journal of Econometrics 84: 37-58.

Hodges, S; Hodges, B; Meadows, AJ; Beaulieu, M y Law, D. 1996. The use of an algorithmic approach for the assessment of research quality. Scientometrics. 35(1):1-13.

Hunter, J.E. 1983. *A causal analysis of cognitive ability, job knowledge, job performance, and supervisory ratings.* In F. Landy, S. Zedeck and J. Cleveland (Eds.). Performance measurement and theory (pp 257-275). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Irvine, J y BR Martin. 1980. *The Economic Effects of Big Science: the Case of Radio Astronomy.* Proceeding of the International Colloquium on the Economic Effects of Space and Other Advanced Technologies. Paris: ESA.

Kalaitzidakis, P, Mamuneas, M. y T. Stengos. 1999. European Economics: An Analysis Based on Publications in the Core Journals. European Economic Review, 43,1150-1168

Kalaitzidakis, P, Mamuneas, M. y T. Stengos. 2001. Rankings of Academic Journals and Institutions in Economics. (Mimeo)

Katz, JS.1999. The self-similar science system. Research Policy. 28(5):501-517.

King, J. 1987 A review of bibliometric and other science indicators and their role in research evaluation. Journal of Information Science. 13:261-76.

Kirman, A. y M. Dahl. 1994. Economic Research in Europe. European Economic Review, 38, 505-522

Kline, RE. 1998. *Principles and Practice of structural Equation Modeling.* New York: Guilford Press.

Kostoff, R. N.1997a. The Handbook of Research Impact Assessment, Seventh Edition, DTIC Report Number ADA296021. Also, available at <http://www.dtic.mil/dtic/kostoff/index.html>,

1997.

Kostoff, RN. 1997b. *Citation Analysis Cross-Field Normalization: a New Paradigm.* Scientometrics 39, no. 3: 225-30.

Kostoff, R. N. 2001. Principles of high quality S&T management decision aids. Office of Naval Research. (http://www.onr.navy.mil/sci_tech/special/technowatch/docs/dec_aid_quality1.do)

Kroutosh, C. E. 1989. The role and effectiveness of peer review. In: Evered, D and Harnett, S (eds.). The evaluation of Scientific Research. Ciba Foundation Conference. John Wiley and Sons, Chichester, 1989.

Laband D. y M. Piette. 1994. The Relative Impacts of Economic Journals: 1970-1990. Journal of Economic Literature, 32, 640-666

Lee Hansen, W. 1990. Educating and training new economics PhD's: How good a job are we doing? American Economic Review 80, no. 2: 437-50.

—. 1991. The education and training of economics doctorates: major findings of the executive secretary of the American Economic Association's Commission on graduate education in Economics. Journal of Economic Literature XXIX: 1054-87.

Lee Hansen, W y BA Weisbrod. 1978. Modeling the earnings and research productivity of academic economists. Journal of Political Economy 86, no. 41: 729-41.

Levin, SG y PE Stephan. 1991. Research productivity over the life cycle: evidence for academic scientists. American Economic Review. 81, no. 1: 114-32.

Lewison, G; Cottrell, R y Dixon, D 1999. Bibliometric indicators to assist the peer review process in grant decisions. Research Evaluation. 8(1):47-52.

Liebowitz, SJ y JP Palmer. 1982. Assessing the relative impacts of Economics journals. Journal of Economic Literature. 22(March): 77-88

Long, JS. 1978. Productivity and academic position in the scientific career. American Sociological Review 43: 889-908.

Long, JS, PD Allison y R McGinnis. 1979. Entrance into the academic career. American Sociological Review 44: 816-30.

—. 1993. Rank advancement in academic careers: sex differences and the effects of productivity. American Sociological Review 58, no. 5: 703-22.

Long, JS y R McGinnis. 1985. The effects of the mentor on academic career. Sciento-

metrics 7, no. 3-6: 255-80.

—. 1981. Organizational context and scientific productivity. *American Sociological Review* 46: 422-42.

Long, JS y MF Fox. 1995. Scientific careers: Universalism and Particularism. *Annual Review of Sociology*. 21 45-71.

Long, JS; Allison, PD y McGinnis R. 1993. Rank advancement in academic careers: sex differences and the effects of productivity. *American Sociological Review*. 58(5):703-22.

Long, JS McGinnis R. 1981. Organizational context and scientific productivity. *American Sociological Review*. 46:422-42.

Long, JS y Fox, MF. 1995. Scientific Carreers: Universalism and Particularism. *Annual Review of Sociology*. 21:45-71.

López Aguado, G. 1987. *El Doctorado Español en Física a Través de sus Publicaciones*. *Revista Española de Física*. 1(1). 28-35.

Mangematin, V 2000. PhD job market: professional trajectories and incentives during the PhD. *Research Policy*. 29(6):741-756.

Maranto, CL y CA Streuly. 1994. The determinants of accounting professors' publishing productivity - The early career. *Contemporary Accounting Research* 10, no. 2: 387-407.

Martin, BR. 1996. *The Use of Multiple Indicators in the Assessment of Basic Research*. *Scientometrics* 36, 3: 343-62.

Martín, MJ, LM Plaza y J Rey. 1996. *Transnational Mobility of Researchers: the Spanish Fellowships Programme for 'Senior' Scientists*. *Research Evaluation* 6, no. 1: 13-18.

Martín-Sempere, MJ, LM Plaza y J Rey. 1998. *La Movilidad Temporal de los Investigadores Postdoctorales en el Extranjero*. *Política Científica*: 50-53.

Martin, BR y J Irvine. 1983. *Assessing Basic Research. Some Partial Indicators of Scientific Progress in Radio Astronomy*. *Research Policy* 12: 61-90.

McGinnis, R, PA Allison y JS Long. 1982. Postdoctoral training in bioscience: allocation and outcomes. *Social Forces* 60, no. 3: 701-22.

Medoff, MA. 1996. A citation-based analysis of economists and Economics programs. *American Economist*. 40:1, 46.

Merton, R.K. 1968. The Mathew effect in Science. *Science*. 159 no. 3810: 56-63.

Merton, R.K. 1988. The Mathew effect in Science II. Cumulative advantage and the symbolism of intellectual property. *ISIS*. 79: 603-23.

Modrego, A. 1998. *El español y la Ciencia*. Jornadas sobre el español. Instituto Cervantes y Fundación Duques de Soria. Tordesillas.

Moed, HF; Burger, WJM; Frankfort, JG y Van Raan, AFJ. 1985 A comparative study of bibliometric past performance analysis and peer judgement. *Scientometrics*. 8(3):149-159.

Nederhof, AJ y Van Raan, AFJ.1993. A bibliometric analysis of six economics research groups: a comparison with peer review. *Research Policy*. ; 22:353-68.

Nelson, R. 1959. The simple Economics of Basic Scientific Research. *Journal of Political Economy*. 67:297-306.

NSF (National Science Foundation). 1996. *Higher Education in Science and Engineering. US Science and Engineering in a Changing World*. NSF, 2-1/2-35. Washington, DC: NSF-SRS.

NRC (National Research Council). 1982. An Assessment of Research-Doctorate Programs in the United States: Biological Sciences. NAP. Washington DC.

NRC (National Research Council). 1998. Trends in the Early Careers of Life Scientists. NAP. Washington DC.

OCYT. 1999. Indicadores del Sistema Español de Ciencia y Tecnología. Presidencia del Gobierno, Madrid.

OECD. 1995. *The Future of Research Training*. Paris: OECD.

Oliver, A, JM Tomás, PM Hontangas, A Cheyne y SJ Cox. 1999. *Efectos del Error de Medida Aleatorio en Modelos de Ecuaciones Estructurales con y sin Variables Latentes*. *Psicológica* 20: 41-55.

Oppenheim, C. 1995 The correlation between citation counts and the 1992 research assessment exercise ratings for british library and Information Science university departments. *Journal of Documentation*. 51(1):18-27.

Oppenheim, C. 1997 The correlation between citation counts and the 1992 research assessment exercise ratings for british research in Genetics, Anatomy and Archaeology. *Journal of Documentation*. 53(5):477-87.

Over, R. 1982. *Research productivity and impact of male and female psychologist.* American Psychologist, 37, 24-31.

Perry, RP; Clifton, RA; Menec, VH; Struthers, CW y Menges, RJ. 2000. Faculty in transition: A longitudinal analysis of perceived control and type of institution in the research productivity of newly hired faculty. *Research in Higher Education*. 41(2):165-94.

Polany, M. 1958. *The Tacit Dimension* (Terry Lectures, Yale University, 1962). Garden City: Doubleday 1966; London: Routledge and Kegan Paul 1967, 108p.; repr. Gloucester, Mass.: Peter Smith 1983; Part I, "Tacit Knowing", also in E.G. Wood & J. Moffett (eds.), *Essays in Theory*. Boston: Houghton Mifflin, 1973, pp.171-93.

Porter, JR. 1964. The Scientific Journal — 300th anniversary. *Bacteriological Reviews* 28, 211-230

Reskin, BF. 1979. Academic sponsorship and scientists' careers. *Sociology of Education* 52, no. July: 129-46.

Rodgers, RC y CL Maranto. 1989. Causal models of publishing productivity in psychology. *Journal of Applied Psychology* 74, no. 4: 636-49.

Roose, KD y CJ. Andersen. 1970. A rating of graduate programs. Washinton DC: American Council of Education.

Rossiter, MW. 1993. *The Matilda Effect in Science.* *Social Studies of Science*, 23, 325-341.

Sanz, E., C. García-Zorita, A. Modrego y A. García-Romero. 1999. La investigación española en Economía a través de las publicaciones nacionales e internacionales en el período 1990-1995. *Revista de Economía Aplicada* , 20 (vol.VII)

Satorra, A y PM Bentler. 1994. *Corrections to test Statistic and Standard Errors in Covariance Structure Analysis.* In A. von Eye y C.C. Clogg (Eds). **Latent Variables Analysis: Applications for Developmental Research.** 399-419. Thousand Oaks, CA: Sage.

Schwartz, S, and J López Hellin. 1996. *Measuring the Impact of Scientific Publications. The Case of Biomedical Science.* *Scientometrics* 35, no. 1: 119-32.

Scott, L.C. and P. M. Mitias. 1996. Trends in Rankings of Economics Departments in the U.S.: An Update. *Economic Inquiry* April: 378-400.

Seglen, PO. 1997. *Why the Impact Factor of Journals Should Not Be Used for Evaluating Research*. British Medical Journal 314: 497.

Shubert, A, and T Braun. 1996. *Cross-Field Normalization of Scientometric Indicators*. Scientometrics 36, no. 3: 311-24.

Siow, A. 1994. *The Organization of the Market for Professors*. Workshop in Applications of Economics.

Smith III, TP y JC Tsang. 1995. *Graduate Education and Research for Economic Growth*. Science 270, no. 6 October: 48-9.

Stephan, PE y SG Levin 1988. *Measures of Scientific Output and the Age-Productivity Relationship*. In: Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology. van Raan (ed.). North Holland. Amsterdam.

Stephan, PE y Levin, SG. 1997. The critical importance of careers in collaborative scientific research. Revue D'Économie Industrielle. 79:45-61.

Stock, WA y Alston, RM. 2000. Effect of graduate-program rank on success in the job market. Journal of Economic Education. 31(4):389-402.

Teichler, U. 1991a. *Evaluation of the EC Training Fellowship Programme Based on a Felows's Questionnaire Survey*. Scientometrics 21, no. 3: 343-65.

Teichler, U, G Lewinson y L Massimo. 1991b. *Surveys of European Community Transnational Research Fellows*. Research Evaluation 1, no. 3: 137-47.

Thomas, PR y Watkins, DS. 1998. Institutional research rankings via bibliometric analysis and direct peer review: a comparative case study with Policy implications. Scientometrics. 41(3):335-355.

TWT. 2000a. Review of Wellcome Trust PhD Research Training. The Wellcome Trust. London.

TWT. 2000b. Career Paths of a 1988-1990 Prize Student Cohort.

Urrutia, J. 1993. La Investigación Española En Economía. Política Científica, 3, 41-47

Van der Meulen, B. 1998. Science policies as principal-agent games Institutionalization and path dependency in the relation between government and science. Research Policy. 27:397-414.

Weiss, Y y L Lillard. 1982. *Output variability, academic labor contracts, and waiting*

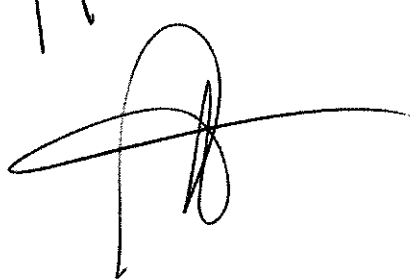
times for promotion. In *Research in Labor Economics*. RG Ehrenberg (ed). 157-188.

West, SG, JF Finch y PJ Curran. 1995. *Structural Equation Models with Nonnormal Variables: Problems and Remedies*. In RH Hoyle (ed) *Structural Equation Modeling. Concepts, Issues and Applications*. Thousand Oaks: Sage.

Xie, Y y Shauman, KA. 1998. Sex differences in research productivity: new evidence about an old puzzle. *American Sociological Review*. 63(6):847-70.

Zuckerman, H y J Cole. 1975. *Women in American Science*. Minerva, 13, 82-102.

Reunido el Tribunal que suscribe en el día
de la fecha, acuerdo calificar la presente Tesis
Doctoral con la censura de sobresaliente ~~permanencia~~
Madrid, 18/07/2002 "en tanto"

Impulsor.

E. Gutierrez
Rafael Pardo
A. J. J.